はじめに

本講座は，二次試験で生物基礎・生物を必要とする人達に向けた，基礎事項の確認とその発展的な理解のための講座です。

生物は，理解するべき用語の数が他科目に比べて格段に多い科目になります。これは科目の特性上，避けては通れないことだと思ってください。特に新課程になり，教科書のボリュームや太字の用語の数は格段に増加しています。内容面でも，DNAやタンパク質のより細かな理解が求められるなど，生物選択者の負担は相当なものになるでしょう。また，受験の生物は，日進月歩である最先端の研究の内容が反映されやすい科目でもあり，その点も多くの受験生が苦労するところかもしれません。

そのような生物という科目を学ぶ上で心掛けておいてほしいことは，“基礎的な用語や形の理解を疎かにしない”ということです。言葉を知らなくては，現象を理解し記述することはできません。形を知らなくては働きを理解することもできません。闇雲に言葉を覚えなくてはならない時間もありますが，そこを避けようとしてしまうとどこかで伸び悩んでしまうことになります。生物の本質というものがあるなら，それは細かな事実の積み重ねで見えてくるものです。

本講座では，そのような用語の整理のために必要な“枠組み”を伝えることができれば，と思っています。生物で学ぶ内容は，タンパク質やDNAなどの分子レベルから生態系などマクロなレベルまで多岐にわたります。単に詰め込むだけの勉強でなく，いかに体系立ててそれらの用語を整理できるか，そのために必要なことを講義の中で伝えていきます。その“枠組み”に具体的な言葉を入れていくのは，皆さんの仕事になります。この講義をきっかけとして，いいサイクルが出来上がることを期待しています。

テキストの問題は，予習の段階であらかじめ一通り解いておきましょう。問題にはすでに目を通してある前提で解説を進めていきますので，問題が解けなかったときこそ問題文をもう一度熟読した上で，講義に入るようにしてください。

牧島　央武

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

目次

第１章　細胞とその構成要素
第１講　生命の階層性，細胞小器官 ―― P.4
第２講　原核生物と真核生物 ―― P.10
第３講　タンパク質と酵素 ―― P.18
第４講　補酵素，酵素反応速度 ―― P.26
第５講　体細胞分裂，組織 ―― P.34
第６講　細胞膜と浸透圧 ―― P.40

第２章　生殖と発生
第７講　生殖法，減数分裂 ―― P.46
第８講　遺伝の基本法則 ―― P.54
第９講　独立と連鎖 ―― P.62
第10講　動物の配偶子形成，ウニの発生 ―― P.68
第11講　カエルの発生 ―― P.76
第12講　誘導と発生に関わる遺伝子 ―― P.82
第13講　植物の配偶子形成と器官形成 ―― P.92

第３章　代謝
第14講　異化：発酵 ―― P.100
第15講　異化：呼吸 ―― P.108
第16講　同化：光合成 ―― P.116
第17講　同化：C_4回路，光合成曲線 ―― P.124
第18講　同化：細菌の炭酸同化，窒素同化 ―― P.130

第４章　遺伝子とその働き
第19講　DNAの化学的組成，複製 ―― P.136
第20講　遺伝子の発現 ―― P.144
第21講　遺伝暗号 ―― P.150
第22講　変異 ―― P.156
第23講　遺伝子発現の調節 ―― P.162
第24講　バイオテクノロジー① ―― P.170

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１章　細胞とその構成要素

第１講　生命の階層性，細胞小器官

■細胞説　…　“生物のからだはすべて細胞からできており，
生命の構造と機能の基本単位は細胞である”

（生物：）
・生殖　・恒常性　・刺激の受容と反応
・代謝　・進化　などを持続的に伴う有機体

◆細胞の研究

・ロバート・フック　…　最初の細胞(壁)の観察，コルク切片
・レーウェンフック　…　生細胞の観察　ex　赤血球，精子，原生動物
・ブラウン　…　核，原形質流動の観察
・シュライデン　…　植物における細胞説の提唱
・シュワン　…　動物における細胞説の提唱
・フィルヒョウ　…　細胞は細胞からのみ生じる

■生物の階層性　…低次の相互作用によって，高次のより複雑な系が説明される

マクロ
- 生態系　…　生物群集＋無機的環境
- 生物群集　…　複数種の個体群の集まり
- 個体群　…　同種の個体の集まり
- 個体　・生殖の単位
- 器官　ex　心臓，肺，葉，茎
- 組織　…　特定の細胞の秩序だった集まり
- 細胞　・生命の単位　ex 赤血球，ゾウリムシ
- 細胞小器官　ex　ミトコンドリア，細胞膜，リボソーム
- 分子　ex　DNA，タンパク質，脂質，炭水化物

ミクロ

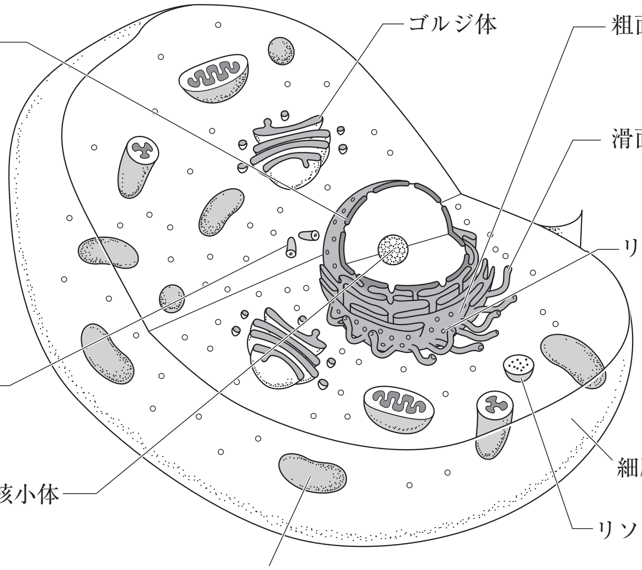
		器官	組織	細胞	細胞内構造	分子
ex	光合成	葉	同化組織	葉肉細胞	葉緑体	クロロフィル
	運動	骨格筋	筋繊維束	筋繊維	筋原繊維	アクチン＆ミオシン

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

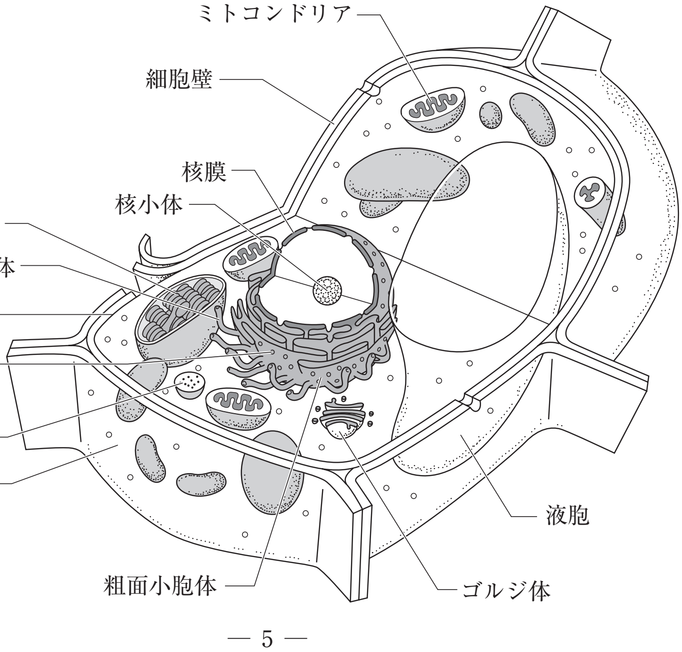
■細胞の構成

細胞
- 原形質
  - 核
  - 細胞質
    - 細胞小器官
    - 細胞膜
    - 細胞質基質
- 後形質　…原形質の活動によって発達する構造
  - ex　細胞壁，液胞（細胞液）

〈動物細胞〉



〈植物細胞〉



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■細胞を構成する要素（細胞小器官）

分類	名称	特徴・機能
◆二重膜 ×３	核	細胞の生命活動の中枢，遺伝情報の格納 核膜孔を持つ核膜，内部に染色体，核小体
	ミトコンドリア	呼吸の場，マトリックス，クリステ 酸素を用いて有機物を無機物にまで分解，多量のATPを生成
	葉緑体	光合成の場，チラコイド，グラナ，ストロマ 光エネルギーを用いた炭酸同化，二酸化炭素から糖を合成
◆一重膜 ×５	小胞体	細胞内における物質輸送に関与，核膜と連続 粗面小胞体（リボソームが付着），滑面小胞体
	ゴルジ体	扁平な袋状，細胞外への分泌に関係，腺細胞で発達 合成されたタンパク質を糖鎖で修飾，分泌顆粒やリソソームへ
	リソソーム	細胞内消化，内部に加水分解酵素 マクロファージなどで発達，自食作用（オートファージ）
	液胞	物質の貯蔵，浸透圧調整に関与，内部は細胞液で満たされる 細胞液には糖類，有機酸，無機塩類，色素，酵素などを含む
	細胞膜	原形質の最外層，生命と非生命を分ける，半透性，選択透過性 リン脂質とタンパク質，脂質二重膜，流動モザイクモデル
◆膜なし ×５	中心体	中心小体（中心粒）2個からなり，動物細胞で発達 微小管合成の起点となり，細胞分裂時の紡錘糸，鞭毛や繊毛の形成に関与
	リボソーム	タンパク質合成の場，RNAとタンパク質からなる m-RNAと結合し，対応するアミノ酸間をペプチド結合でつなぐ
	細胞質基質	解糖系や各種代謝の場 生きている細胞では原形質流動によって，かく拌されている
	細胞壁	原形質の保護，膨圧の発生，全透性，植物では主成分はセルロース，ペクチン，木化（リグニン），コルク化（スベリン）
	細胞骨格	細　アクチンフィラメント（アクチン）　筋肉運動，原形質流動 ↕　中間径フィラメント（ケラチンなど）　弾性や強度を生む 太　微小管（チューブリン）　鞭毛，繊毛，紡錘糸の成分 細胞内の極性輸送（ダイニン，キネシン）

- 原核細胞にも存在する構造　…　細胞膜，リボソーム，細胞質基質，細胞壁
- 植物細胞で発達する構造　…　葉緑体，細胞壁，液胞（動物では液胞は未発達）
- 動物細胞で発達する構造　…　中心体

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　演習問題

真核生物の細胞に関する次の記述ａ～ｇについて問１～５に答えなさい。
答えはそれぞれ最も適当なものを１つ選びなさい。

＜記述＞

ａ　内部はカーミンやオルセインなどの色素で染色される。
ｂ　光エネルギーを利用して二酸化炭素から有機物を合成する。
ｃ　セルロースを主成分とする繊維性の物質から成る。
ｄ　細胞内で合成した物質を運搬したり，細胞外へ分泌する。
ｅ　［　Ａ　］のときに，紡錘糸の形成に関係する。
ｆ　一重の膜で囲まれ，栄養分や老廃物が貯蔵されている。
ｇ　二重の膜で囲まれ，内膜は複雑なひだ状の構造である。

問１　記述ｄが当てはまるものはどれか。
①　葉緑体　②　細胞膜　③　ゴルジ体　④　核
⑤　中心体　⑥　細胞壁　⑦　液　胞　⑧　ミトコンドリア

問２　記述ｅ内のＡに入るものはどれか。
①　原形質分離　②　細胞融合　③　細胞質分裂　④　核分裂
⑤　原形質流動　⑥　細胞の成長

問３　記述ａ～ｅのうち，細胞膜のような膜構造が見られない細胞の構造について説明している記述はどれか。
①　ａとｂ　②　ａとｃ　③　ａとｄ　④　ａとｅ　⑤　ｂとｃ
⑥　ｂとｄ　⑦　ｂとｅ　⑧　ｃとｄ　⑨　ｃとｅ　⑩　ｄとｅ

問４　記述ａ～ｇのうち，鞭毛の形成に関与する細胞小器官について説明している記述はどれか。
①　ａ　②　ｂ　③　ｃ　④　ｄ　⑤　ｅ　⑥　ｆ　⑦　ｇ

問５　記述ｂ～ｆのうち，種子植物の葉の表皮細胞と孔辺細胞に共通して見られる，植物に特徴的な構造について説明している記述はどれか。
①　ｂとｃ　②　ｂとｄ　③　ｂとｅ　④　ｂとｆ　⑤　ｃとｄ
⑥　ｃとｅ　⑦　ｃとｆ　⑧　ｄとｅ　⑨　ｄとｆ　⑩　ｅとｆ

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　確認テスト

細胞と細胞内の構造体に関する表１について，次の問１～３に答えなさい。**解答は複数の場合もある。**

表１　細胞と細胞内の構造体

細胞内の構造体	（ア）		（イ）	
	細菌類	ラン藻類	緑藻類	繊毛虫類
（ウ）	＋	＋	＋	－
（エ）	＋	＋	＋	＋
（オ）	－	－	＋	＋
（カ）	－	－	＋	－
細胞膜	＋	＋	＋	＋
核膜	（キ）	（ク）	（ケ）	（コ）
ゴルジ体	（サ）	（シ）	（ス）	（セ）

（＋は「存在する」，－は「存在しない」を示す）

問１　表１の（　ア　）から（　カ　）に入る語句として適切な組み合わせを，次の①～⑧の中から選びなさい。

	（　ア　）	（　イ　）	（　ウ　）	（　エ　）	（　オ　）	（　カ　）
①	真核細胞	原核細胞	葉緑体	染色体	ミトコンドリア	細胞壁
②	真核細胞	原核細胞	細胞壁	染色体	ミトコンドリア	葉緑体
③	真核細胞	原核細胞	ミトコンドリア	染色体	葉緑体	細胞壁
④	真核細胞	原核細胞	葉緑体	染色体	細胞壁	ミトコンドリア
⑤	原核細胞	真核細胞	葉緑体	染色体	ミトコンドリア	細胞壁
⑥	原核細胞	真核細胞	細胞壁	染色体	ミトコンドリア	葉緑体
⑦	原核細胞	真核細胞	ミトコンドリア	染色体	葉緑体	細胞壁
⑧	原核細胞	真核細胞	葉緑体	染色体	細胞壁	ミトコンドリア

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　表１の(　キ　)から(　セ　)に入る符号の正しい組み合わせを，次の①～⑧の中から選びなさい。

	(　キ　)	(　ク　)	(　ケ　)	(　コ　)	(　サ　)	(　シ　)	(　ス　)	(　セ　)
①	−	＋	＋	＋	−	−	＋	＋
②	−	−	−	＋	＋	−	−	−
③	−	−	＋	＋	−	−	＋	＋
④	−	−	＋	＋	−	−	−	−
⑤	＋	＋	＋	＋	＋	＋	＋	＋
⑥	＋	＋	−	−	＋	＋	＋	＋
⑦	＋	−	＋	＋	−	−	＋	＋
⑧	＋	−	＋	＋	−	−	＋	−

問３　表１の(　オ　)についての記述として適切なものを，次の①～⑦の中から選びなさい。

①　内部構造が光学顕微鏡で観察できる。
②　二重膜構造をもつ。
③　DNAをもつ。
④　嫌気性細菌の共生に由来すると考えられている。
⑤　ラン藻の共生に由来すると考えられている。
⑥　クロロフィルを含む。
⑦　ヤヌスグリーンと呼ばれる染色液で青緑色に染まる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

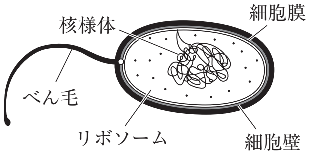
第2講　原核生物と真核生物

■原核生物と真核生物

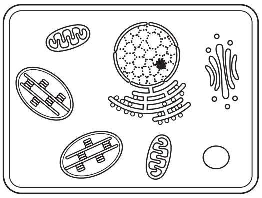
・原核細胞　…　核膜なし　DNAは環状でヒストンに結合せず，細胞質に散在。
細胞内の膜構造未発達（リボソーム，細胞壁，鞭毛あり）。
ex　バクテリア（真正細菌，シアノバクテリア），アーキア（古細菌）

・真核細胞　…　核膜あり　DNAは線状でヒストンと結合。細胞内膜構造が発達。

原核細胞



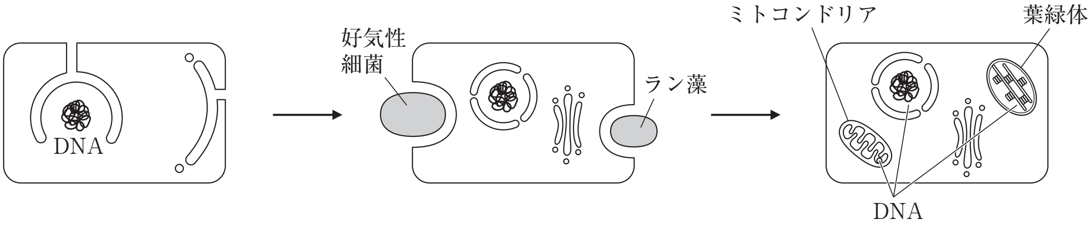
真核細胞



◆真核生物の進化

膜進化説　原核生物の細胞膜が内部に折れ込む。
→　核膜，小胞体，ゴルジ体，リソソーム

共生説　上の細胞に好気性細菌が共生してミトコンドリアに，ラン藻類が共生し葉緑体に。



※共生説の根拠

・主細胞のDNAとは別のDNAをもつ。
・二重膜の外膜と内膜の性質が違い，外膜の性質は主細胞のものと似る。
・主細胞とは別に，半自律的に増殖する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

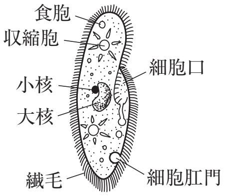
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■単細胞生物，多細胞生物，細胞群体

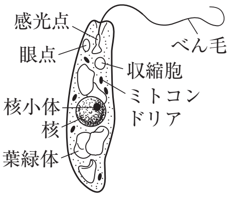
◆**単細胞生物**　…　単一の細胞＝個体である生物

ex 原核生物，原生動物（ゾウリムシ，ミドリムシetc）

ゾウリムシ



ミドリムシ

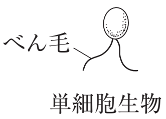


◆**多細胞生物**　…　多数の分化した細胞で個体が構成された生物

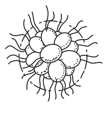
分化　…　特定の遺伝子が発現することで細胞や組織が形態的，機能的に特化すること

◆**細胞群体**　…　多数の細胞からなるが，細胞分化は乏しい。
単細胞生物と多細胞生物の中間的存在。

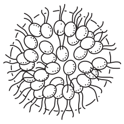
クラミドモナス



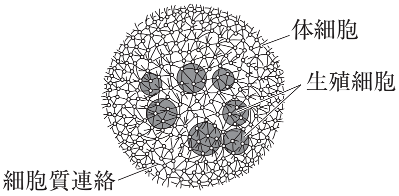
パンドリナ



ユードリナ



ボルボックス



■顕微鏡

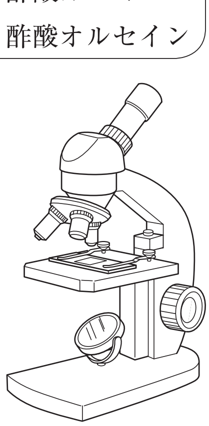
◆**長さの単位**　1m ⟶ 1mm ⟶ 1 μm ⟶ 1nm

核の染色
酢酸カーミン
酢酸オルセイン

◆**分解能**　…　離れた2点を2点として認識できる最小の距離

肉眼	光学顕微鏡	電子顕微鏡
0.1 mm	0.2 μm	0.2 nm

◆**観察の手順**



固定 …生命活動を速やかに停止させ，構造の変性・変質を防ぐ。

解離 …細胞間の結合を緩め，細胞をばらばらにしやすくする。

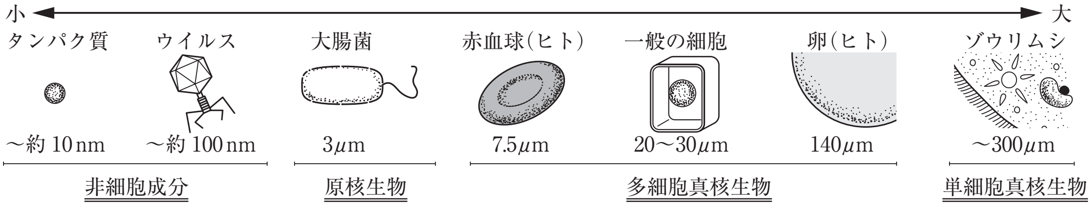
染色 …観察対象に応じて，固有の色素で染色，顕微鏡による観察を容易にする。

押潰し …構造を単層化し，顕微鏡による観察を容易にする。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■サイズ



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第2講　演習問題

次の文章を読み，あとの問1～4に答えなさい。

イギリスのフックは，1665年に細胞を初めて発見した。彼はコルクを自作の顕微鏡で観察した。また，オランダのレーウェンフックは，雨水の中に微生物がいることを発見し，1683年にイギリス王立協会に報告した。その後，1800年代に，植物についてはシュライデン，動物についてはシュワンが「生物が細胞を基本としてできている」という細胞説を提唱した。

細胞が生物体の単位であるといっても，全ての細胞が全く同じ大きさ，同じ形をしているのではない。多細胞生物は，働きや形の異なる多数の細胞によって構成されている。動物や植物の細胞内には，様々な小器官が存在している。だるま形をした微小顆粒である[(1)]は，タンパク質と[(2)]とから形成され，細胞内でのタンパク質合成の場である。細胞分裂時に分かれて両極へ移動し，紡錘糸の起点となる[(3)]は，鞭毛や繊毛の形成にも関係している。扁平な袋が幾層も重なった形をしている[(4)]は，タンパク質に糖を付加したり，細胞内で合成された物質を細胞外へ分泌するときに重要な働きをしている。2枚の膜に囲まれ，内膜がひだ状の構造をしている[(5)]では，呼吸によって，生体内のエネルギー通貨とも呼ばれている[(6)]が生産される。

多くの細胞および細胞小器官は肉眼では見ることができないが，顕微鏡を使用すれば観察できる。2つの物体が別々に見える最小の間隔を分解能といい，光学顕微鏡の分解能は約(　(7)　)である。光学顕微鏡では観察できないものを見るために1950年頃に実用化された電子顕微鏡の分解能は，約(　(8)　)である。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問1．前の文章中の[　　]に入れるのに最も適当な語句を答えなさい。

問2．前の文章中の（　(7)　），（　(8)　）に入れるのに最も適当な数値と単位を，次の(ア)～(ウ)からそれぞれ選び，その記号を答えなさい。

数値　(ア)　20　(イ)　2　(ウ)　0.2

単位　(ア)　mm　(イ)　μm　(ウ)　nm

問3．倍率10倍の接眼レンズに接眼ミクロメーターを取り付け，対物ミクロメーターをステージに置き，倍率40倍の対物レンズを通して見ると，図1のようになった。ただし，対物ミクロメーターの1目盛りは10μmである。この顕微鏡で，オオカナダモの細胞を観察したところ，細胞の長辺は，接眼ミクロメーターの目盛りにして48目盛りとなった。この細胞の長辺の長さを計算しなさい。ただし，計算値は四捨五入して，整数で答えなさい。

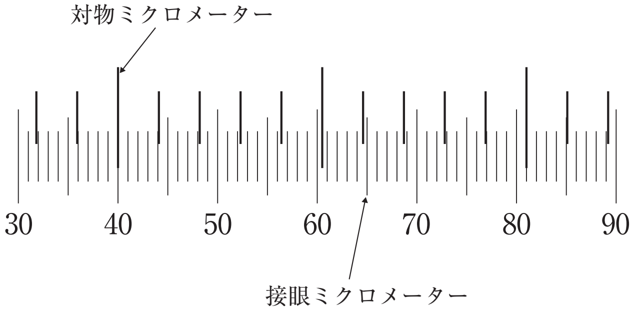


図1　接眼ミクロメーターと対物ミクロメーター

問4．次に示した(i)～(v)の生物や細胞などの大きさ（長径または直径）は，図2の数直線上のどこに位置するか。最も適当なものを以下の(ア)～(キ)からそれぞれ選び，その記号を答えなさい。

(i)　大腸菌（長径）　(ii)　ヒトの卵（直径）

(iii)　ヒトの赤血球（直径）　(iv)　ゾウリムシ（長径）

(v)　エイズウイルス（直径）

〔単位：メートル〕

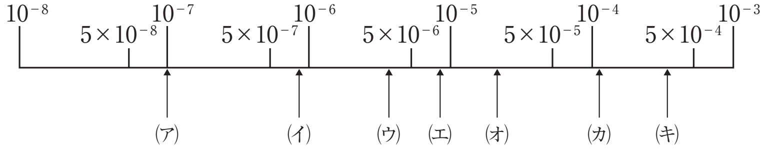


図2　いろいろな生物と細胞などの大きさ

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第２講　確認テスト

顕微鏡で細胞や組織を観察する場合について，下記の問いに答えよ。

問１　顕微鏡に関する次の記述のうち，**適当でないもの**はどれか。①～⑦より**２つ選んで**番号を答えよ。

①　レンズをとりつける場合，接眼レンズ，対物レンズの順にとりつける。

②　最初は，調節ねじを動かして倍率の低いレンズを用いる。

③　低倍率で観察する場合は平面鏡を用い，高倍率で観察する場合は凹面鏡の反射鏡を用いる。

④　反射鏡には直射日光が当たらないようにする。

⑤　対物レンズは，高倍率になるとその長さが短くなる。

⑥　しぼりを調節して明るさの調節を行うが，一般に低倍率のときはしぼりを絞り，高倍率ではしぼりを開く。

⑦　高倍率にすると低倍率のときに比べて焦点深度が浅くなる。

問２　対物ミクロメーターの目盛りが視野の右下に見える。これを視野の中央にもってくるには対物ミクロメーターをどの方向に移動させればよいか。①～④より１つ選んで番号を答えよ。

①　右下　　②　左下　　③　右上　　④　左上

問３　均等に散らばった細胞を100倍で観察しているとき，視野の中に48個の細胞が観察された。これを400倍で観察すると，視野の中に観察される細胞は理論上何個か。①～⑦より１つ選んで番号を答えよ。

①　1　　②　3　　③　6　　④　12
⑤　24　　⑥　96　　⑦　192

問４　ある倍率で，接眼ミクロメーター５目盛りと対物ミクロメーター７目盛りが一致していた。この倍率での接眼ミクロメーター１目盛りは何μmか。①～⑥より１つ選んで番号を答えよ。ただし，対物ミクロメーターには1mmを100等分した目盛りがついている。

①　5　　②　7　　③　14　　④　20
⑤　24　　⑥　28

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　次の細胞および構造体①～⑤のなかで，長軸の大きさが小さいものから順に並べたものを，下の解答群の(ア)～(ケ)のうちから１つ選べ。

①　ミトコンドリア　　②　ヒトの座骨神経　　③　ヒトの赤血球
④　エイズウイルス　　⑤　ヒトの精子

(ア)　①－③－④－②－⑤　　(イ)　①－③－④－⑤－②
(ウ)　①－④－②－⑤－③　　(エ)　①－④－③－②－⑤
(オ)　①－④－③－⑤－②　　(カ)　④－①－③－②－⑤
(キ)　④－①－③－⑤－②　　(ク)　④－①－⑤－②－③
(ケ)　④－①－⑤－③－②

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

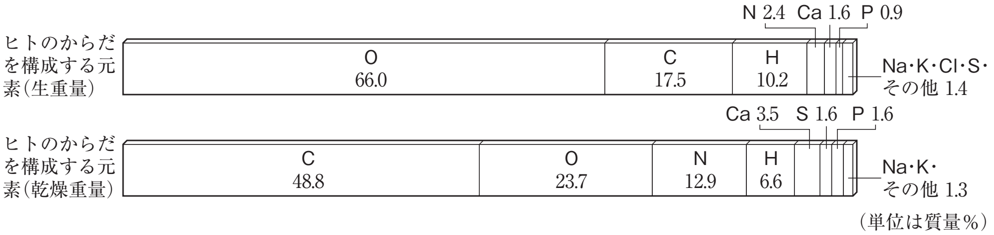
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　タンパク質と酵素

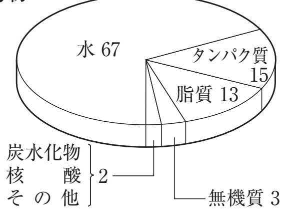
■生体を構成する成分

◆生物に含まれる元素

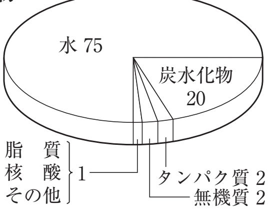


◆生物を構成する物質

動物

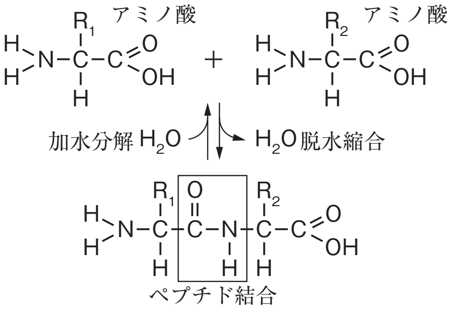


植物



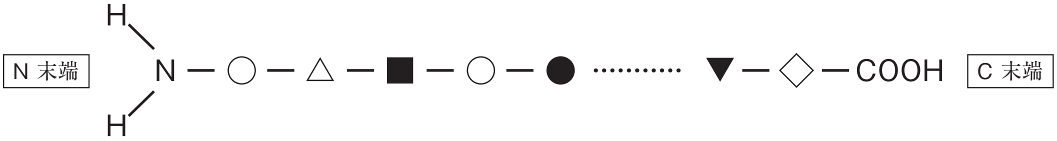
■タンパク質　…生体内高分子の一種

アミノ酸が互いのカルボキシル基，アミノ基間でペプチド結合



$n=1$　アミノ酸
$n=2$　ジペプチド
$n=3$　トリペプチド
⋮
$n>20$　ポリペプチド
↓
タンパク質

・側鎖は20種類　⟶　アミノ酸も20種類



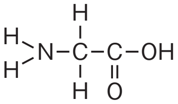
n 個のアミノ酸からなるポリペプチド鎖
⟶　20^n の多様性
⟶　多様な構造の実現
⟶　生物種，生命現象の多様性を裏打ちする重要な物質

©RECRUIT HOLDINGS

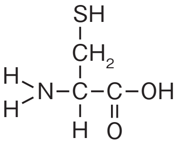
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆**アミノ酸**

・グリシン



・システイン



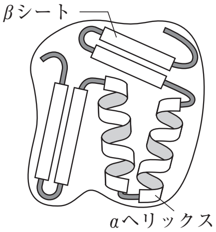
■タンパク質の多次構造

・一次構造　…ポリペプチド鎖におけるアミノ酸配列

・二次構造　…ポリペプチド鎖のアミノ酸間の水素結合によってなされる部分的な典型構造

ex　αヘリックス（らせん）構造　　βシート（平面）構造

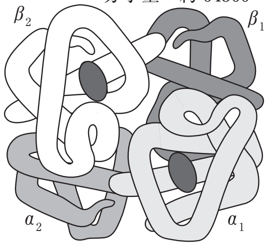
・三次構造　…二次構造がさらに複雑に組み合わさることで出来る，各ポリペプチド鎖に固有の全体的な立体構造



・四次構造　…複数の三次構造体（ポリペプチド鎖）の複合による

ex ヘモグロビン

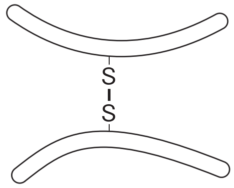
分子量：約 64500



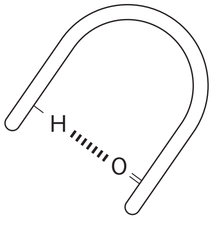
４つのサブユニット
（$\alpha_1\alpha_2\beta_1\beta_2$ からなる。）

立体構造を形成する力

・S—S結合



・水素結合



タンパク質は“固有の一次構造”から形成される“固有の立体構造”を持ち，
そこから生まれる“固有の機能”を持つ

■タンパク質の分類

触媒作用　…　酵素　　ex　アミラーゼ，リガーゼ

情報伝達　…　ホルモン，受容体　　ex インスリン　ホルモン受容体

生体防御　…　抗体（免疫グロブリン），MHC

細胞接着　…　カドヘリン，インテグリン

物質輸送　…　ヘモグロビン，ナトリウムポンプ，カリウムイオンチャネル

細胞骨格　…　アクチン，ケラチン，チューブリン

モータータンパク質　…　ミオシン，キネシン，ダイニン

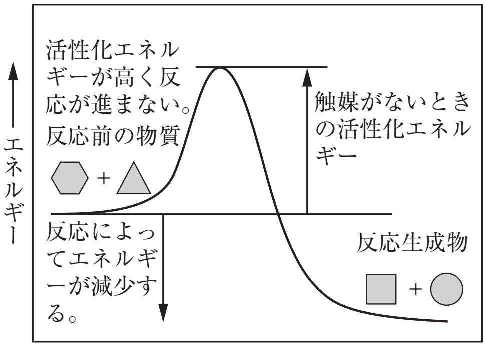
支持　　　…　コラーゲン，フィブリノゲン

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

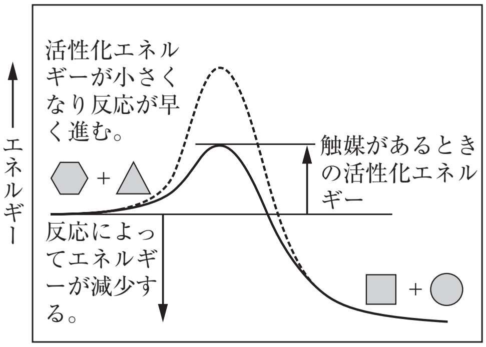
活性化エネルギーを下げることで反応を促進，反応の前後で自身は変化しない。

■酵素　…　触媒作用を持ったタンパク質
生体内における各種反応を調節

触媒なし

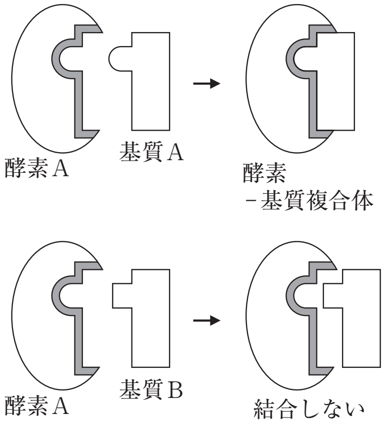


触媒あり

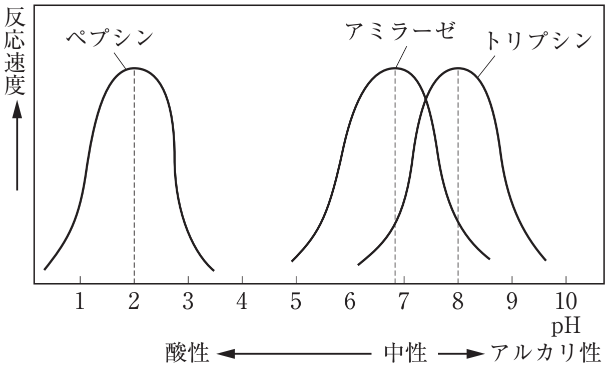


■酵素の特性

◆基質特異性
…　酵素は特定の基質にのみ反応性を示す。



◆最適pH
…　酵素には高活性を示す最適なpHがある

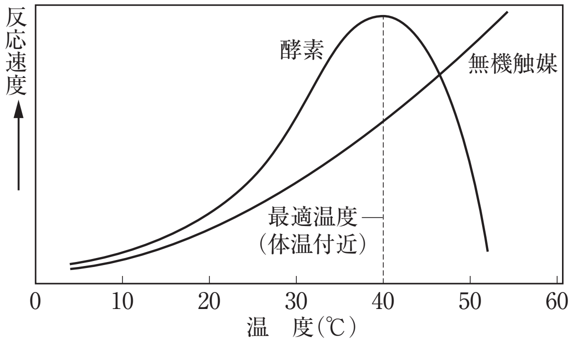


◆最適温度　…　酵素には高活性を示す最適な温度がある。

無機触媒（MnO_2）

$$2H_2O_2 \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

生体触媒（カタラーゼ）



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第3講　演習問題

次の文章を読み，以下の問いに答えよ。

タンパク質を構成するアミノ酸は［ 1 ］種類であり，1個の中央炭素原子に結合する［ 2 ］基と［ 3 ］基，そして1個の水素原子を共通してもつ。一方，一般に［ 4 ］とよばれる構造は，アミノ酸ごとに異なる化学構造をもつ。タンパク質は複数のアミノ酸が数珠（じゅず）つなぎに結合しているが，隣り合うアミノ酸同士は［ 5 ］結合で結びついている。

アミノ酸の［ 6 ］をタンパク質の一次構造とよぶ。一方，タンパク質の二次構造には［ 7 ］構造と［ 8 ］構造が知られている。例えばミオグロビンタンパク質には［ 7 ］構造が，フィブロインタンパク質には［ 8 ］構造が多く見られる。

タンパク質中ではシステインの［ 4 ］同士がＳ－Ｓ結合を形成することがある。リボヌクレアーゼＡというタンパク質では，8個のシステインが4組のＳ－Ｓ結合を形成するが，(a)<u>リボヌクレアーゼＡの活性には特定のＳ－Ｓ結合が必要である</u>。これら4組のＳ－Ｓ結合が1つでも欠けたり，間違ったＳ－Ｓ結合が形成されるとリボヌクレアーゼＡは完全に活性を失う。リボヌクレアーゼＡ中のＳ－Ｓ結合は，試験管内で切断と再結合を行うことができる。(b)<u>Ｓ－Ｓ結合を切断するとリボヌクレアーゼＡ溶液は完全に活性を失うが，Ｓ－Ｓ結合の再生処理を施（ほどこ）すと溶液の活性は回復する</u>。

問1　［ 1 ］～［ 8 ］に当てはまる最も適切な語を記せ。

問2　下線部(a)について，なぜリボヌクレアーゼＡの活性には特定のＳ－Ｓ結合が必要なのか，60字以内で述べよ（句読点を含む）。「Ｓ－Ｓ」を用いる場合は3文字とする。

問3　下線部(b)について以下の問いに答えよ。

(1)　活性を失ったリボヌクレアーゼＡ溶液に対し，Ｓ－Ｓ結合がでたらめに（ランダムに）形成されるよう処理を行った。この場合，4組のＳ－Ｓ結合の可能な組み合わせは何通りか答えよ。

(2)　Ｓ－Ｓ結合切断前のリボヌクレアーゼＡ溶液の活性を100％とし，Ｓ－Ｓ結合をランダムに再生させたリボヌクレアーゼＡ溶液の活性を相対値［％］で予想せよ。有効数字は2けたとする。ただし，Ｓ－Ｓ結合はタンパク質1分子内のみで形成され，4組のＳ－Ｓ結合の可能な組み合わせは同じ確率で出現すると仮定する。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　細菌類の生育温度には広い幅がある。約10℃から100℃の間で生育する複数種の細菌類において，タンパク質中のS－S結合数を計算したところ，図1が得られた。図1では，各細菌のS－S結合数を縦軸に，生育温度を横軸に示す。ただし，細菌類の間でタンパク質中に含まれるシステインの数は大きく違わないとする。

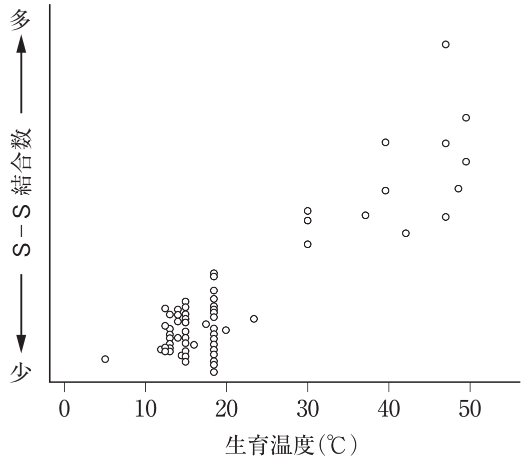


図1

(1)　生育温度20℃から40℃の細菌類のタンパク質と比べ，60℃以上で生育する細菌類(好熱性細菌類)のタンパク質にはどのような特徴があるか，20字以内で述べよ(句読点を含む)。「S－S」を用いる場合は3文字とする。

(2)　(1)で答えた傾向は，好熱性細菌類のタンパク質にどのような特性を与えると考えられるか，40字以内で述べよ(句読点を含む)。「S－S」を用いる場合は3文字とする。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第3講　確認テスト

次の文を読み，下記の問いに答えよ。

文1

タンパク質は細菌や動物細胞では水の次に多く含まれる物質であり，水を除いた物質の50％以上を占めている。(ア)タンパク質の構造は複雑であるが，どれも多数のアミノ酸が鎖状につながった分子である。タンパク質は生体内において,多様で重要な役割をはたしている。(イ)生体内では，さまざまな化学反応がおこっているが，そのほとんどは酵素が関係する酵素反応である。酵素は生体でつくられ,その本体はタンパク質であるので生体触媒とよばれる。タンパク質には，酵素としてはたらくもの以外にも，さまざまなはたらきをするものがある。筋肉運動，生体防御，細胞間情報伝達や細胞内外の物質輸送などにも，タンパク質が重要な役割を果たしている。

問１　下線部(ア)に関する次の文を読み，空欄に入る語として最も適切なものを解答群から選びなさい。

タンパク質を構成するアミノ酸は１つの炭素原子にアミノ基・カルボキシル基・水素原子・側鎖が結合した構造をしている。このアミノ基とカルボキシル基をそれぞれα-アミノ基・α-カルボキシル基とよぶ。タンパク質分子中におけるアミノ酸どうしの結合は，一方のアミノ酸のα-カルボキシル基ともう一方のアミノ酸のα-アミノ基との間で，水1分子が失われて生じるもので，［ 1 ］とよばれる。タンパク質はポリペプチドからなり，多くの種類が存在するが，それはポリペプチドを構成するアミノ酸の数や種類，配列順序の違いによっている。アミノ酸の配列はタンパク質のもっとも基本的な構造で，一次構造とよばれる。１本のポリペプチドが折りたたまれてつくる特有な立体構造を三次構造とよぶ。三次構造の一部には，規則的に折りたたまれた構造がよく見られ，［ 2 ］やシート状の［ 3 ］は［ 4 ］とよばれる。

解答群

①　エーテル結合　②　エステル結合　③　ペプチド結合　④　ジグザグ構造
⑤　せんい構造　⑥　らせん構造　⑦　二次構造　⑧　四次構造

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　下線部(イ)に関して**適切でないもの**を選びなさい。

① すい液に含まれるリパーゼは脂肪分解酵素で，最適pHは約９である。

② だ液ではたらくアミラーゼの最適pHは約７である。

③ 胃ではたらくペプシンはタンパク質分解酵素で，最適pHは約２である。

④ 腸ではたらくトリプシンはタンパク質分解酵素で，最適pHは約８である。

⑤ 多くの酵素は60～70℃でそのはたらきを失う。これは，酵素タンパク質の立体構造が変化して基質と結合できなくなるからである。

⑥ アミラーゼはデンプンをマルトースに分解し，マルターゼはグルコースをマルトースに分解する。

⑦ リパーゼは加水分解酵素である。

文２

洗濯用洗剤にはさまざまな種類のものがあるが，酵素洗剤はその１つである。衣服の汚れには，汗などの人間の体から出たものと，食物のかす，ちり，ほこり，泥などが含まれている。このうち体から出た汚れの主な成分は，タンパク質と脂肪（あぶら）である。そこで，酵素洗剤には，細菌がつくりだしたタンパク質分解酵素や脂肪分解酵素（リパーゼ）などが配合されている。

問３　タンパク質分解酵素の一般的性質として，正しいものはどれか。次の①～⑥のうちから２つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。

① タンパク質を分解するとペプチドが生成されるが，アミノ酸は生成されない。

② 酵素の種類を変えても，あるタンパク質を分解してできる分解物の種類は変わらない。

③ タンパク質の分解反応に水分子は関与しない。

④ タンパク質を完全に分解してできる分解物の種類は，酵素の量を増しても変わらない。

⑤ 酵素によるタンパク質の分解速度は，常温では塩酸による分解速度より遅い。

⑥ タンパク質の分解反応の前後で，酵素自身の性質はほとんど変化しない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　酵素洗剤に関する記述として，**誤っているもの**はどれか。次の①～⑥のうちから１つ選べ。

①　多くの合成洗剤は弱アルカリ性なので，用いる酵素の最適pHは弱酸性が望ましい。

②　汚れにはさまざまな物質が含まれるので，酵素の基質特異性は低い方が望ましい。

③　酵素のはたらきを保つには，洗剤によって酵素の化学的性質が変化しないことが望ましい。

④　酵素を２種類用いる場合には，両酵素の最適pHが近いことが望ましい。

⑤　酵素による分解量は時間とともに増すので，あらかじめ酵素洗剤液に浸け置くことが望ましい。

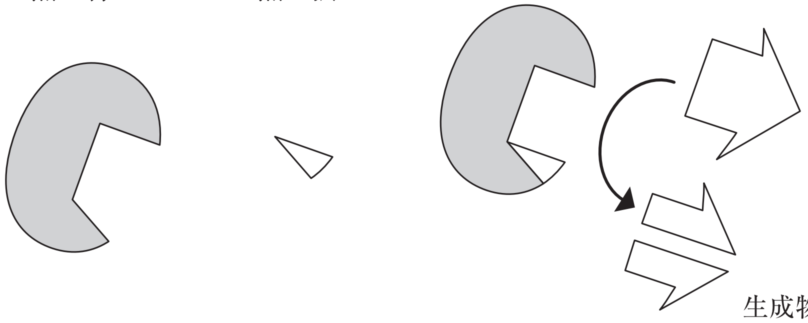
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　補酵素，酵素反応速度

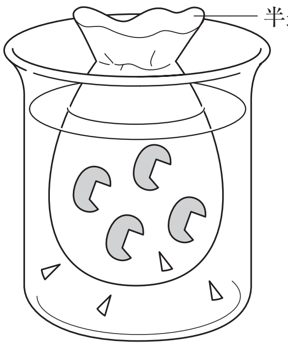
■補酵素　…　酵素の活性に必須な耐熱性，非ペプチド性の有機低分子物質
ex　NAD，NADP（ビタミンに由来するものが多い）

タンパク質部分	＋	補助因子	⟶	酵素活性
（アポ酵素）		（補酵素）		（ホロ酵素）
巨大分子		低分子		
熱に弱い		熱に強い		



透析

・分子量の差によって，アポ酵素と補酵素を分離

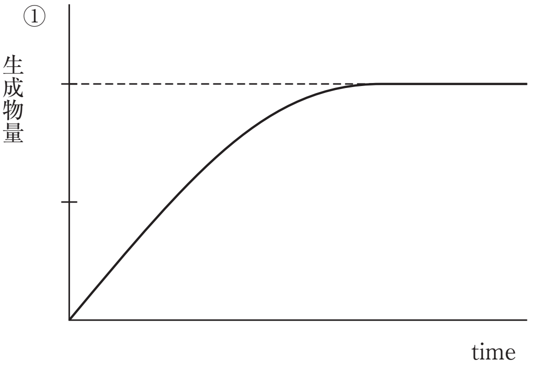


	触媒作用
内液のみ	
外液のみ	
内液＋外液	
加熱内液＋外液	
内液＋加熱外液	

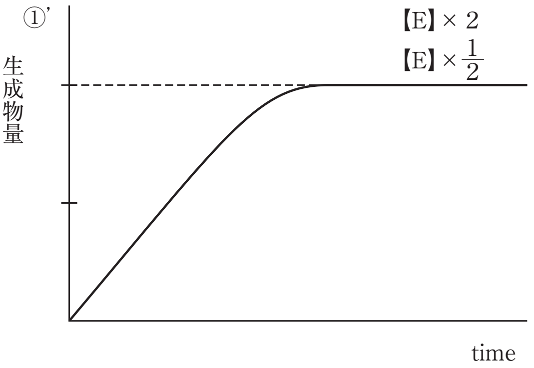
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

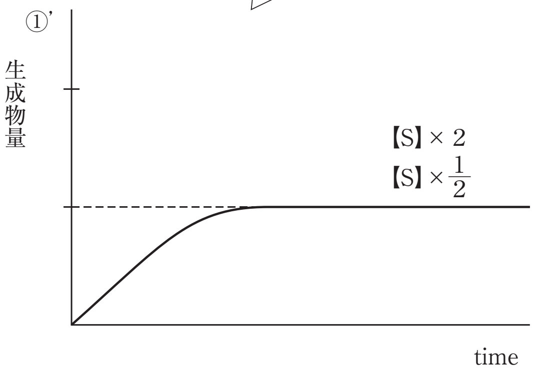
◆酵素反応のグラフ

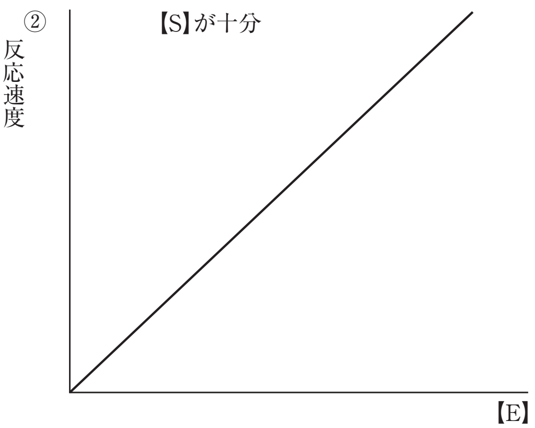
【S】：基質濃度
【E】：酵素濃度

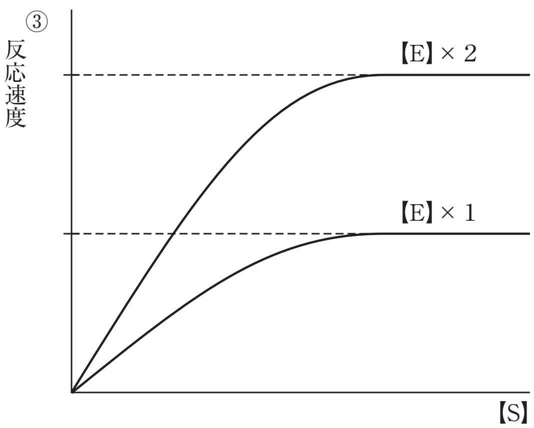


1，最終生成物量
2，分解しきるまでの時間







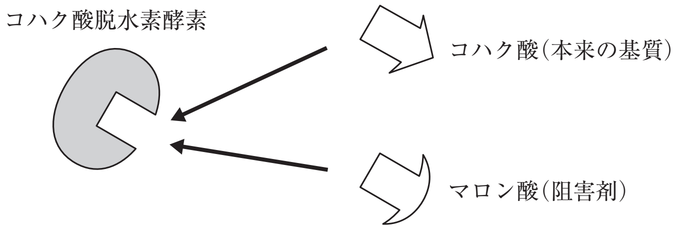


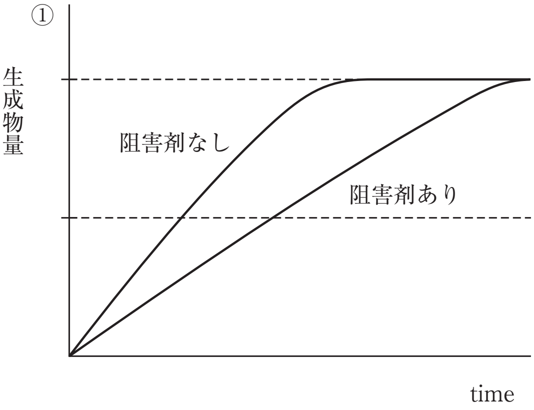
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

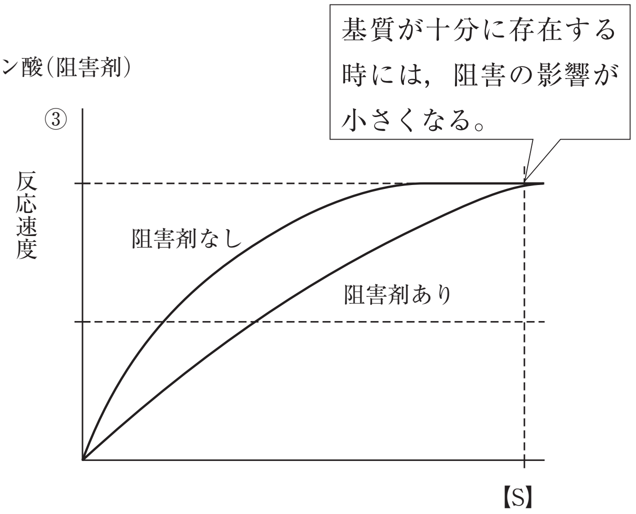
■阻害

◆競争(拮抗)阻害　…　基質と阻害剤が，活性部位を巡り競争

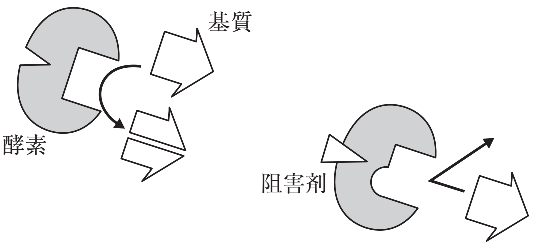
ex　コハク酸　と マロン酸

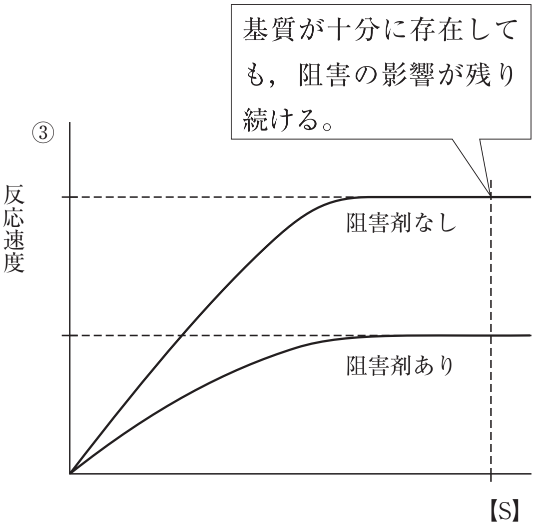






◆非競争阻害　…　阻害剤が活性部位以外に結合(アロステリック部位)





非競争阻害…阻害剤が活性部位に結合しない

アロステリック阻害…阻害剤がアロステリック部位に結合することで，酵素の立体構造が変化

フィードバック阻害…反応の調節性を強調

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　演習問題

酵素に関する次の設問に答えなさい。

問１

次の文のうち，正しいものを３つ選びなさい。

① 酵素は一般的にはタンパク質のみからできているが，中には金属や他の有機化合物と結合しているものもある。

② 酵素分子の大きさはおよそ0.1～１μm程度である。

③ 細胞外で機能する酵素は細胞内で合成された後，細胞膜を通過して外に分泌される。

④ 細胞外で機能する酵素は細胞内でさまざまな形の構造変化を受け，活性を獲得してから分泌される。

⑤ 酵素が触媒する反応は酵素がなければ絶対に起こりえない。

⑥ 酵素が触媒する反応は，一般的には一方向にしか進まない不可逆的なものである。

⑦ 骨格筋の筋原繊維に含まれるミオシンは構造タンパク質，運動タンパク質であるが，酵素の一種でもある。

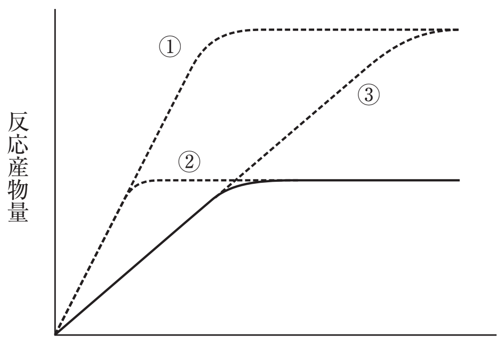
⑧ 酵素の中には乳酸脱水素酵素のようにどの細胞にも存在するものやヘモグロビンのように特定の細胞種にのみ存在するものがある。

⑨ 酵素は触媒する反応を反応産物が多くなるような方向に平衡をずらすはたらきを持つ。

⑩ 出血部位に過酸化水素を含んだ消毒薬をつけたとき，泡が立つのは酵素の作用による。

問２

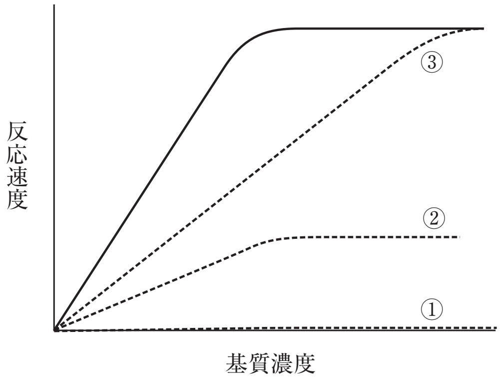
基質を含む溶液にある量の酵素を加え，生じる反応産物の量を時間を追って測定したところ，次の図の実線のようになった。いま倍量の酵素を加えて同様に反応させると，どのような結果が期待されるか。図中の①～③の中から最も適切なものを１つ選びなさい。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

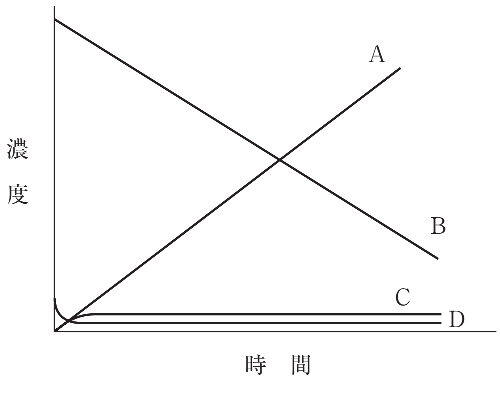
問3

基質と酵素を含む反応液の中に，基質とよく似た構造をもつ化合物を与えたとき，基質濃度と反応速度に関するグラフはどのようなものになるか。次の図の①～③の中から最も適切なものを1つ選びなさい。ただし，実線のグラフは前の化合物を与えないときのものである。



問4

酵素反応では，まず基質(S)が酵素(E)分子と結合し，形成された酵素・基質複合体(ES)で反応が起こって反応産物(P)が生じ，酵素・反応産物複合体となる。次いで酵素から反応産物が放出される。このとき，反応液中のE，S，ES，Pの濃度は時間経過とともにどのように変化するか。それらの濃度の経時変化を模式的に示した次の図のA～Dに対応すると考えられるものを以下の①～④の選択肢の中からそれぞれ1つ選びなさい。



①　S　　　②　E　　　③　ES　　　④　P

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

タンパク質に関する以下の問１，２に答えなさい。

問１　空欄 [(ア)] ～ [(エ)] に当てはまる語句として最も適切なものを，(ア)～(ウ)は解答群Ａの中から，(エ)は解答群Ｂの中から選べ。

酵素は生体触媒として化学反応を促進する働きを持つ。酵素の反応過程は，酵素と基質とが結合して複合体が形成される段階と，生成物が生じて酵素から離れる段階に分けて考えることができる。この一連の過程で，酵素反応の速度(時間あたりの生成物量)は，[(ア)]の濃度に比例する。このため，[(イ)]濃度を一定にすると，[(ウ)]の濃度が低いときは，反応速度は[(ウ)]濃度にほぼ比例する。十分量の[(ウ)]を加えると，すべての[(イ)]が[(ウ)]と結合して，[(ア)]の濃度は[(イ)]濃度と等しくなり，反応速度は[(エ)]。このときの反応速度を最大速度と呼ぶ。反応液中に基質とよく似た構造の物質(阻害物質)が存在すると，この物質と基質の間で酵素を奪いあい，酵素反応を阻害する。このような物質による酵素反応の阻害を競争的阻害という。競争的阻害では，阻害物質の濃度が一定であるとき，[(ウ)]濃度が低いと，阻害物質が[(イ)]と結合する機会が多くなるため，阻害効果は高い。これに対して，[(ウ)]濃度が高くなると，阻害物質が[(イ)]と結合する機会が少なくなるため，阻害効果は低くなる。

解答群Ａ

①　補酵素　　②　活性部位
③　生成物　　④　阻害物質
⑤　酵素と基質の複合体　　⑥　酵素と生成物との複合体
⑦　酵素と阻害物質との複合体　　⑧　基　質
⑨　酵　素

解答群Ｂ

⑩　基質濃度が増加すると増加する
⑪　基質濃度が増加すると減少する
⑫　基質濃度が増加するといったん増加した後，減少する
⑬　基質濃度が増加するといったん減少した後，増加する
⑭　基質濃度が増加しても一定になる

問2　ある加水分解酵素Xの基質Yに対する働きを調べるため，次の実験を行った。ある濃度の基質Yの入った基質溶液に一定量の酵素Xを加え，全体を1mLとした。図1(A)の実線は，その際にできる生成物の濃度[μg/mL]（1μgは10^{-6}g）の時間変化を表している。また，濃度の異なる基質Yの入った基質溶液をそれぞれ用意し，それらに同じ量の酵素Xを加え，全体を1mLとした。図1(B)の実線は，酵素Xの反応速度を表している。図1に示した実験結果をもとに，(a)〜(c)の設問に答えなさい。ただし，ここで用いている酵素の活性は実験を通して変化しないものとする。

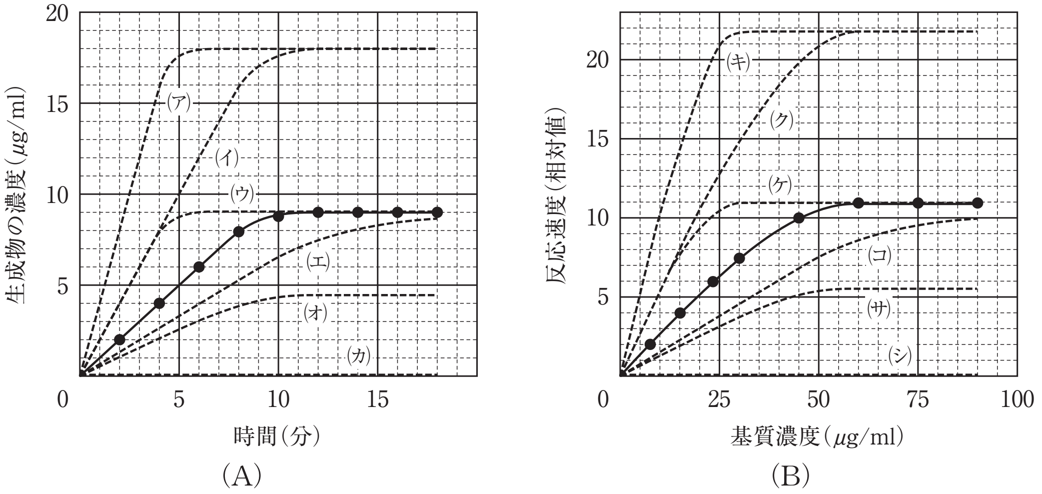


図1

(a)　図1(A)の実験において，酵素濃度を半分にして，その他の条件は変えずに実験を行った場合のグラフは，どの点線で示すグラフのようになるか。適切なものを解答群Cの中から選べ。

解答群C

①　ア　②　イ　③　ウ　④　エ　⑤　オ　⑥　カ

(b)　図1(A)と図1(B)の実験において，それぞれ酵素濃度を2倍にして，その他の条件は変えずに実験を行った場合，それぞれのグラフは，どの点線で示すグラフのようになるか。組み合わせで最も適切なものを解答群Dの中から選べ。

(c)　図1(A)と図1(B)の実験において，それぞれの基質溶液に酵素Xの活性を部分的に阻害する濃度の阻害物質を加え，その他の条件は変えずに実験を行った場合，それぞれのグラフはどのようになるか。組み合わせで最も適切なものを解答群Dの中から選べ。ただし，ここで用いる阻害剤は基質の競争的阻害剤であるとする。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

解答群Ｄ

00	アとキ	01	アとク	02	アとケ	03	アとコ
04	アとサ	05	アとシ	06	イとキ	07	イとク
08	イとケ	09	イとコ	10	イとサ	11	イとシ
12	ウとキ	13	ウとク	14	ウとケ	15	ウとコ
16	ウとサ	17	ウとシ	18	エとキ	19	エとク
20	エとケ	21	エとコ	22	エとサ	23	エとシ
24	オとキ	25	オとク	26	オとケ	27	オとコ
28	オとサ	29	オとシ	30	カとキ	31	カとク
32	カとケ	33	カとコ	34	カとサ	35	カとシ

ⒸRECRUIT HOLDINGS

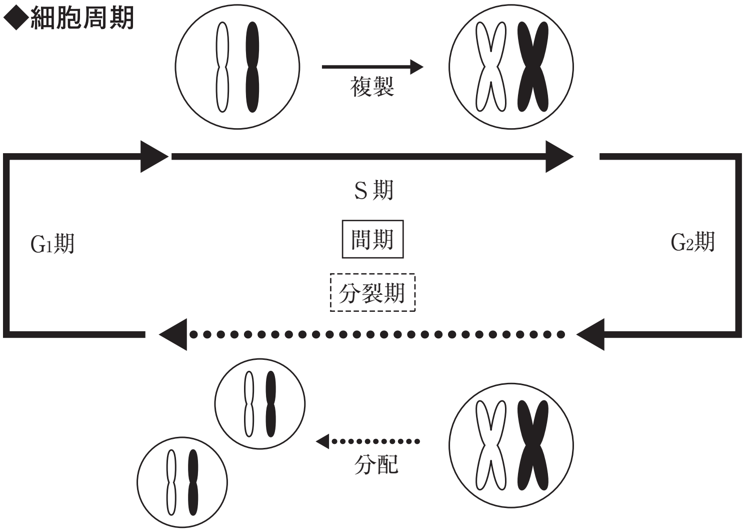
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第5講　体細胞分裂，組織

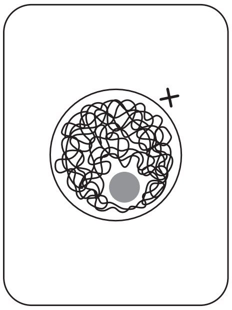
■体細胞分裂の過程

G_1期　…DNA合成準備期
S期　…DNA合成期
G_2期　…分裂準備期

◆細胞周期



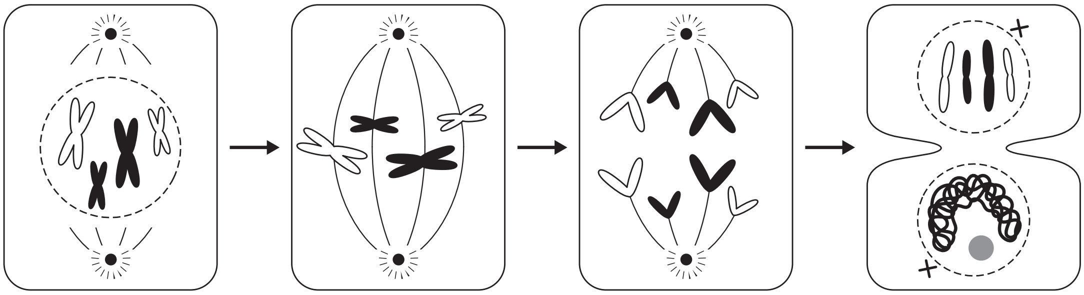
間期



明瞭な核膜，核小体
核内に染色体が分散

◆分裂期の観察像

前期　中期　後期　終期

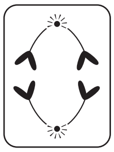


前期	中期	後期	終期
・核膜，核小体の消失 ・染色体の出現 ・紡錘体の形成	・各染色体が赤道面に並ぶ ・紡錘糸が動原体に付着	・各染色体が縦裂面で二分 ・両極に移動	・核膜の再形成 ・核分裂後，細胞質分裂

◆動物細胞と植物細胞の相違

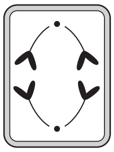
・星状体の有無

動物細胞



発達した星状体が観察される。

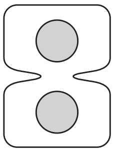
植物細胞



星状体は観察されず。極帽が見られる。

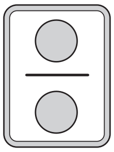
・細胞質分裂

動物細胞



外側からくびれによって

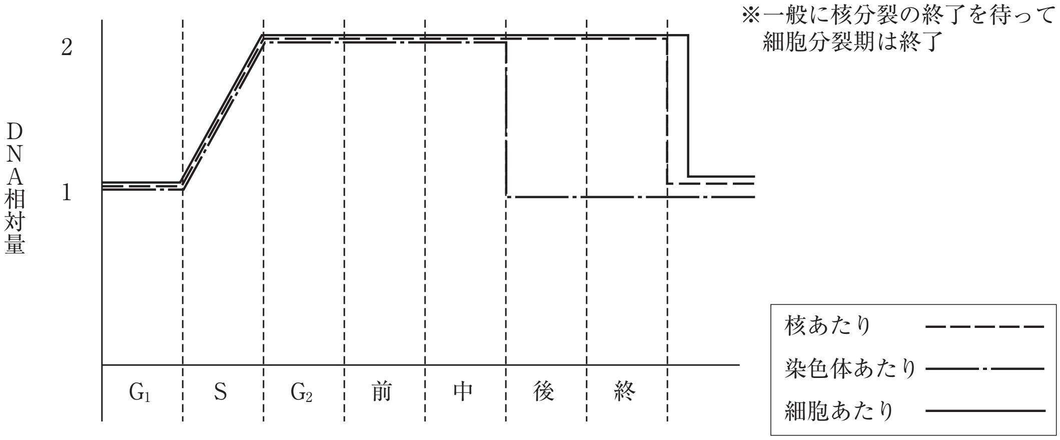
植物細胞

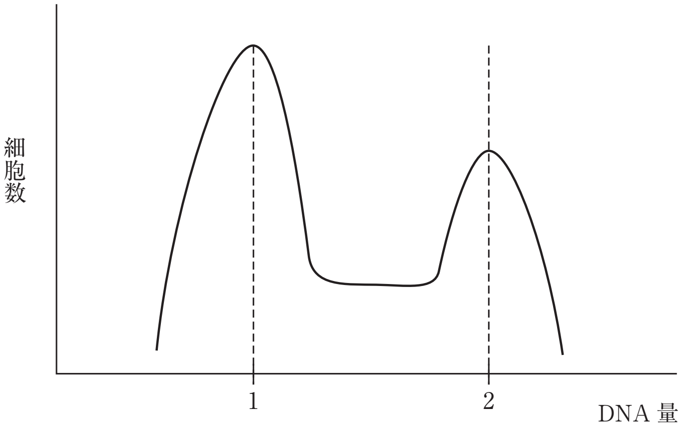


内側から細胞板によって

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆**体細胞分裂におけるDNA量の変化**





■動物の組織

◆**上皮組織**　…　形態　細胞が密に接着し，層状に分布

	保護上皮	繊毛上皮	分泌上皮	感覚上皮	吸収上皮
ex	表皮	気管	汗腺	網膜	小腸内壁

◆**結合組織**　…　形態　細胞間物質に富み，細胞がその間に散在

ex　硬骨，軟骨，繊維性結合組織（真皮，腱），血液，脂肪

◆**筋組織**　…　横縞のある横紋筋（骨格筋，心筋）と横縞のない平滑筋（内臓筋）

◆**神経組織**　…　ニューロン（神経細胞）とその支持細胞（グリア細胞，シュワン細胞）

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第5講　演習問題

体細胞分裂に関する次の文章を読み，問1～5に答えよ。

体細胞分裂は，細胞の分裂が進行する分裂期（M期）と，M期終了から次のM期が始まるまでの間期に分けられる。分裂期と間期を合わせた期間を，細胞周期と呼ぶ。間期は，G_1期，S期，G_2期に分けられ，S期ではDNAの合成が行なわれる。細胞周期は，「G_1期→S期→G_2期→M期」と進行する。

M期では，まず(1)核分裂が起こり，続いて(2)細胞質分裂が起こって，最終的に1個の母細胞から2個の娘細胞が形成される。

哺乳類細胞の細胞周期について調べるために，次の〔実験1〕～〔実験3〕を行なった。なお，実験中，どの細胞も細胞周期の長さは同じ時間であるが，任意の時点で細胞周期のどの時期にあるかは，そろってはいなかったとする。

〔実験1〕　適切な培養液が入った培養皿Aと培養皿Bに，増殖を続けている細胞を10^6個入れて，37℃に保温して培養した。時間を追って，培養皿中の細胞数を計測した。培養皿Bでは，培養を始めてから20時間後に，化合物Xを培養液に添加した。その結果を図1に示す。図1の**実線**は培養皿Aの細胞数の変化を，**点線**は培養皿Bの細胞数の変化を示す。ただし，培養を始めてから20時間までは，2つの培養皿の細胞数に差は見られなかった。

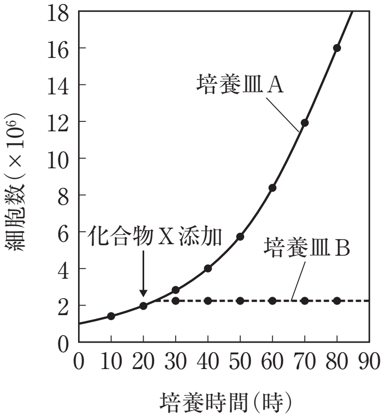


図1

〔実験2〕　培養を始めてから50時間後に，それぞれの培養皿からほぼ同数の細胞を取り出し，細胞1個あたりのDNAの量と細胞数の関係を調べた。その結果を図2に示す。図2の**実線**は培養皿Aの細胞数を示し，**点線**は培養皿Bの細胞数を示す。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

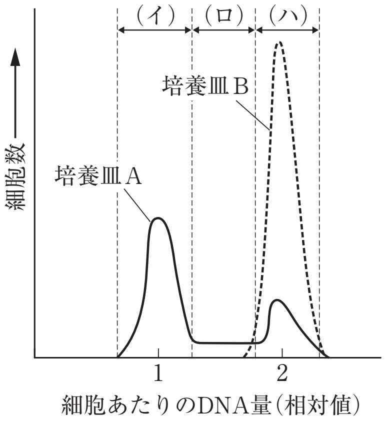


図2

〔実験3〕　培養を始めてから50時間後に，培養皿Aと培養皿Bから細胞を取り出し，すぐに固定液で細胞を固定した。その後，染色体を染色し，それぞれの培養皿について200個の細胞を顕微鏡で観察した。培養皿Aの細胞では，200個の細胞のうち20個で染色体が観察された。培養皿Bの細胞では，全ての細胞で染色体が観察された。

問1　下線部(1)の過程は，大きく前期，中期，後期，終期に分けられる。次の(A)～(C)の現象が見られる最も適切な期をそれぞれ解答欄に記せ。

(A)　ひも状の染色体が出現する。　　(B)　太いひも状の染色体が赤道面に並ぶ。

(C)　核膜が再び現れる。

問2　下線部(2)に関する記述として正しいものを，次の(イ)～(ニ)から選び，記号で答えよ。

(イ)　動物細胞と植物細胞はともに，細胞がくびれて2分割される。

(ロ)　動物細胞と植物細胞はともに，娘核の間に細胞板が形成されて細胞質が2分割される。

(ハ)　動物細胞では細胞がくびれて2分割され，植物細胞では娘核の間に細胞板が形成されて2分割される。

(ニ)　動物細胞では娘核の間に細胞板が形成されて2分割され，植物細胞では細胞がくびれて2分割される。

問3　〔実験1〕と〔実験3〕の結果から，この細胞の細胞周期の長さとM期の長さは，それぞれ何時間と考えられるか。

問4　細胞周期のG_1期およびG_2期にある細胞は，図2の(イ)，(ロ)，(ハ)のどの範囲に含まれるか。

問5　実験に用いた化合物Xによって，細胞周期はどの期で停止したと考えられるか。次の(イ)～(ニ)から選び，記号で答えよ。

(イ)　G_1期　　(ロ)　S期　　(ハ)　G_2期　　(ニ)　M期

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第5講　確認テスト

細胞増殖に関する問(a)〜(c)に答えよ。

細胞は，DNA合成準備期(G_1期)，DNA合成期(S期)，分裂準備期(G_2期)および分裂期(M期)という細胞周期と呼ばれるサイクルを繰り返すことにより増殖する。

(a)　マウスの体細胞分裂および細胞周期に関する正しい記述を，次の①〜⑧から3つ選べ。

①　体細胞分裂では，まず細胞質分裂が起こり，続いて核分裂がおこる。
②　体細胞分裂では，まず核分裂が起こり，続いて細胞質分裂がおこる。
③　M期終了から次のM期の開始までの間を，間期と呼ぶ。
④　G_1期とS期をあわせた期間を間期と呼ぶ。
⑤　G_2期において核膜が消失する。
⑥　多くの動物の体細胞では，分裂中期に相同染色体の結合が観察される。
⑦　多くの動物の体細胞では，細胞の中央部の表面がくびれた後，細胞質が2つに分かれる。
⑧　M期の前期において,各染色体は紡錘糸に引かれるようにして両極に移動を始める。

(b)　細胞周期の長さは，生物の種に加え，細胞の種類によっても異なっている。細胞周期について調べるため，以下の実験を行った。

〔実験1〕　マウス胎児から繊維芽細胞(体細胞の一種)を採取し，牛胎児血清を加えた培地で培養した。その後，24時間ごとに細胞を回収し，細胞数を調べたところ，図1のような結果が得られた。

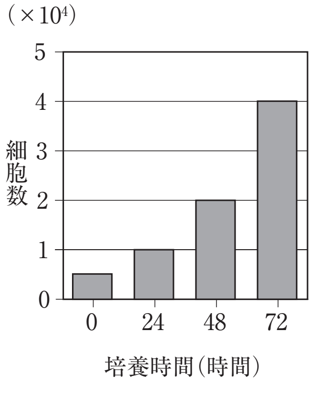


図1

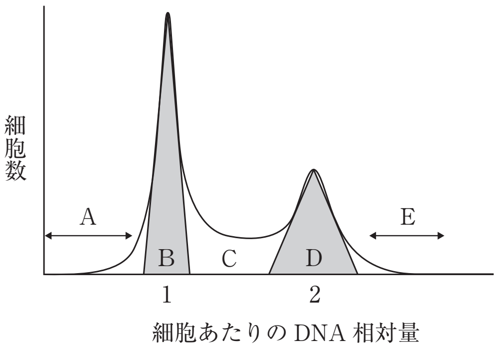


図2

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔実験2〕 次に，これらの細胞の細胞1個あたりのDNA相対量を測定し，細胞数との関係をグラフにしたところ，図2のような結果が得られた。図2のBの領域で示される細胞は全体の36.2%，Dの領域で示される細胞は全体の23.1%であった。

〔問題文〕 図2の結果から，細胞周期についてどのようなことが考えられるか。最も適当なものを，次の①～⑨から1つ選べ。正しい記述がない場合は，⑩を選べ。

① 体細胞分裂中期の染色体が観察されるのは，Bの領域にある細胞である。
② 体細胞分裂中期の染色体が観察されるのは，Cの領域にある細胞である。
③ 間期と分裂期の長さは，ほぼ同じである。
④ S期にある細胞数は，M期にある細胞数とほぼ等しい。
⑤ S期にある細胞数は，M期にある細胞数の$\frac{1}{2}$である。
⑥ G_1期にある細胞数は，S期にある細胞数の$\frac{1}{2}$である。
⑦ G_1期にある細胞数は，S期にある細胞数の約2倍である。
⑧ 染色体数$4n$の細胞数は，$2n$の細胞数とほぼ等しい。
⑨ 染色体数$4n$の細胞数は，$2n$の細胞数の約2倍である。
⑩ 正しい記述はない。

(c) 図1と図2の結果から，1個の細胞においてG_1期の2倍のDNA量をもつ時期は，何時間と考えられるか。最も適切なものを，次の①～⑤から1つ選べ。

① 1.5時間　② 3時間　③ 5.5時間　④ 7時間
⑤ 9.5時間

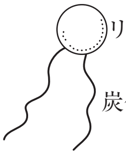
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第6講　細胞膜と浸透圧

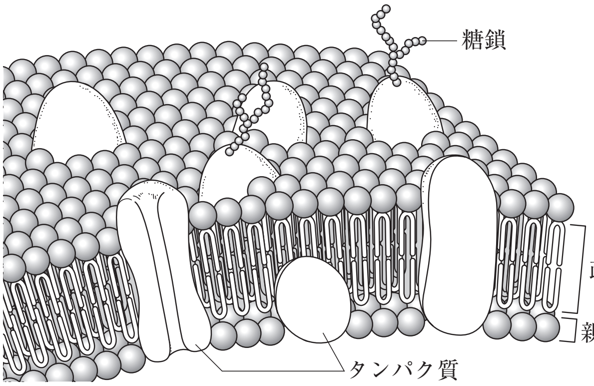
■**細胞膜** …　細胞を外部と分隔する構造　（厚さ5〜10nm）
生命と非生命を区分する境界，細胞内外の物質の移動を調節

◆**細胞膜の成分**　…　リン脂質　と　タンパク質



◆**細胞膜の構造**

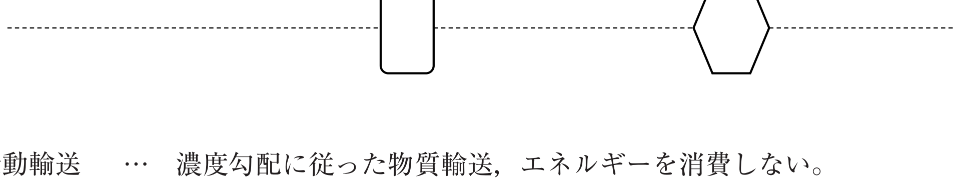
・リン脂質は水中で互いの疎水基を内側に向け合って，“脂質二重層”を構成している。
・タンパク質は脂質二重膜に埋没，貫通する形で点在，水平方向に移動可能
　⟶　“流動モザイクモデル”



■**膜の機能**

◆**半透性**　…　溶媒は透過させるが，溶質は透過させない性質
ex　生体膜，セロハン膜

◆**選択的透過性**　…　生体膜の物質透過性が物質により異なる性質
膜自体の化学的透過性のほか，膜輸送タンパク質が影響



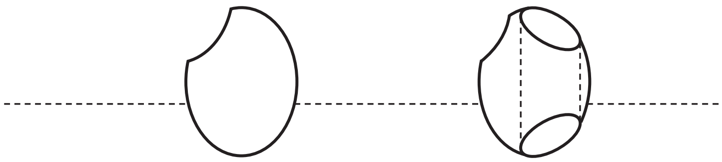
受動輸送　…　濃度勾配に従った物質輸送，エネルギーを消費しない。
ex　ナトリウムチャネル，アクアポリン

能動輸送　…　濃度勾配に逆らいうる一定方向への物質輸送, エネルギーを消費する。
ex　ナトリウムポンプ

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆シグナルの受容　…　膜に存在する受容体によって，外部からのシグナルを内部に伝える。



◆細胞接着　…　膜タンパク質により，細胞同士や細胞と細胞外物質が接着している

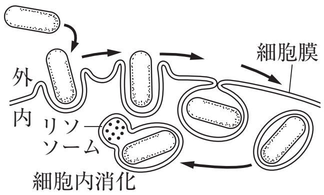
ex　カドヘリン　…　組織特異的に発現し，同種組織の細胞を接着させる。

インテグリン　…　細胞骨格と細胞外構造を結びつける。

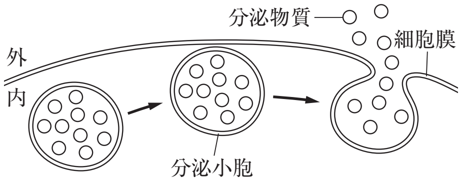
ギャップ結合　…　隣り合う細胞が中空のタンパク質で連絡することで，小さい分子を細胞間で連絡させる。

◆飲食作用，分泌　…　膜を透過できない物質は，膜自体の変形によって生じる小胞にて取り込んだり運び出したりする。

〈飲食作用〉



〈分泌〉



どのような膜タンパク質を持つかによって，細胞の対外的な性質が決定する。

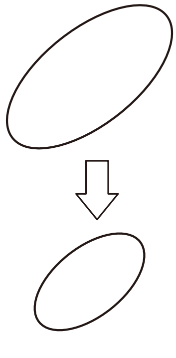
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■浸透圧

> 生理食塩水：食塩のみの等張液を作成
> ヒト：0.9%　　カエル：0.65%

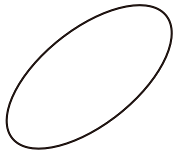
◆動物細胞と浸透圧　　試料：ヒト赤血球

in 高張液



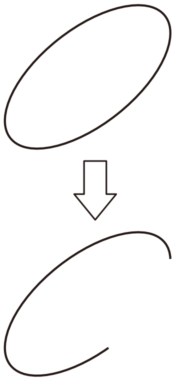
外液に水を奪われ収縮
外液の[浸]＝細胞の[浸]で
体積変化が止まる

in 等張液



見かけ上の体積変化無し
：細胞内液の浸透圧
＝外液の浸透圧

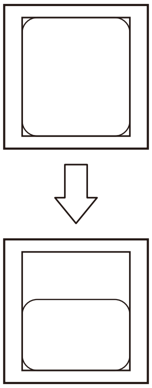
in 低張液



水が浸透し膨張,
場合によっては破裂
赤血球では“溶血”

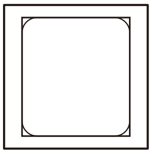
◆植物細胞と浸透圧　　試料：ユキノシタ

in 高張液



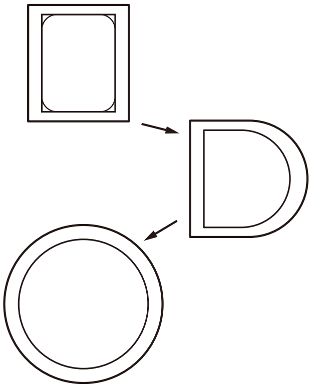
外液に水を奪われ収縮
“原形質分離”
外液の[浸]＝細胞の[浸]で
体積変化が停止

in 等張液



見かけ上の体積変化なし
外液の[浸]＝細胞の[浸]
“限界原形質分離”

in 低張液

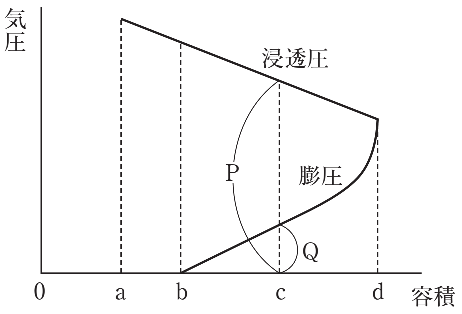


水の侵入によって膨圧が発生，“緊張状態”
吸水力＝細胞の[浸]－膨圧＝外液の[浸]
が成立すると体積変化が停止

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６講　演習問題

ある植物細胞を水および異なる濃度のショ糖液に浸してしばらく放置したところ，それぞれの液における細胞の浸透圧，膨圧および容積の関係は次の図のようになった。図中のａ，ｂ，ｃ，ｄは液Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄに浸されたときのそれぞれの細胞の容積を表す。



問１．次のア～ウの［　　］に当てはまるものを選べ。

ア．細胞を浸した液Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄのうち水は［ 1 ］であり，Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄの各液における濃度の関係は［ 2 ］である。

イ．液Ｃに浸した場合の細胞の浸透圧をＰ，膨圧をＱで示すと，吸水力は［ 3 ］で表される。

ウ．限界原形質分離の状態の細胞は［ 4 ］液に浸されたものであり，明らかに原形質分離を起こしている細胞は［ 5 ］液に浸されたものである。

〔解答群〕

①　Ａ	②　Ｂ	③　Ｃ	④　Ｄ
⑤　Ｐ＋Ｑ	⑥　Ｐ－Ｑ	⑦　Ｐ×Ｑ	⑧　Ｐ÷Ｑ
⑨　Ａ＝Ｂ＞Ｃ＝Ｄ	ⓞ　Ａ＞Ｂ＞Ｃ＝Ｄ	ⓐ　Ａ＝Ｂ＝Ｃ＜Ｄ	
ⓑ　Ａ＞Ｂ＝Ｃ＝Ｄ	ⓒ　Ａ＝Ｂ＝Ｃ＝Ｄ	ⓓ　Ａ＝Ｂ＜Ｃ＜Ｄ	
ⓔ　Ａ＜Ｂ＜Ｃ＝Ｄ	ⓕ　Ａ＜Ｂ＜Ｃ＜Ｄ	ⓖ　Ａ＞Ｂ＞Ｃ＞Ｄ	

問２．細胞が限界原形質分離の状態にあるときのショ糖濃度は0.35モルであった。このときの細胞の浸透圧は何気圧か。ただし，１モルを24気圧とする。

〔解答群〕

①　0.35　②　1.35　③　8.4　④　10.6　⑤　16.8　⑥　24　⑦　68.5

問３．ある細胞を水に入れたときの容積はもとの容積の1.2倍になった。問２の結果をもとに，このときの細胞の浸透圧を求めると何気圧か。

〔解答群〕

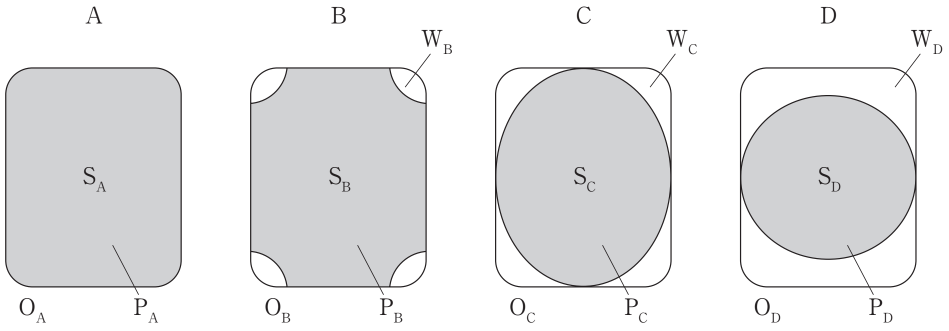
①　0.35　②　1.2　③　6　④　7　⑤　9　⑥　12　⑦　14

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第6講　確認テスト

下記の図A，B，C，Dは，同じ種類の細胞を種々のショ糖濃度液に浸した場合を示したものである。図のS_A，S_B，S_C，S_Dは細胞内の浸透圧，W_B，W_C，W_Dは細胞壁と細胞膜との間の液の浸透圧，P_A，P_B，P_C，P_Dは膨圧（細胞壁を押し広げようとする力）を，O_A，O_B，O_C，O_Dは細胞外の浸透圧を示す。Aは細胞が細胞内よりやや低張な液に入っている状態を，B，C，Dは原形質分離の状態を示す。



問1　限界原形質分離の起こるところはどこか。解答群から1つ選べ。

①　AとBの間　　②　BとCの間　　③　CとDの間

問2　細胞を細胞の内部よりやや高張の液に入れたら，Bを経てCに変わり，平衡に達した。W_CとS_Cの大きさの関係を解答群から1つ選べ。

①　$W_C > S_C$　　②　$W_C = S_C$　　③　$W_C < S_C$

問3　Dの状態で平衡に達した細胞がある。S_CとS_Dの大きさの関係を以下から1つ選べ。

①　$S_C > S_D$　　②　$S_C = S_D$　　③　$S_C < S_D$

問4　P_AとP_Bの大きさの関係を解答群から1つ選べ。

①　$P_A > P_B$　　②　$P_A = P_B$　　③　$P_A < P_B$

問5　P_BとP_Cの大きさの関係を解答群から1つ選べ。

①　$P_B > P_C$　　②　$P_B = P_C$　　③　$P_B < P_C$

問6　P_CとP_Dの大きさの関係を解答群から1つ選べ。

①　$P_C > P_D$　　②　$P_C = P_D$　　③　$P_C < P_D$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問７　植物体の細胞の通常の状態は，図のいずれか解答群から１つ選べ。

①　A　　②　B　　③　C　　④　D

問８　Aの状態でS_AとP_Aの大きさの関係を解答群から１つ選べ。

①　$S_A > P_A$　　②　$S_A = P_A$　　③　$S_A < P_A$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第２章　　生殖と発生

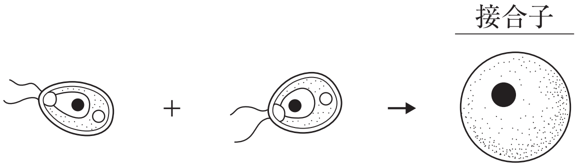
第７講　生殖法，減数分裂

■生殖法

◆無性生殖　…　配偶子によらない生殖，親個体の一部から新個体が形成，
子は親個体と遺伝的に同一（クローン）となる。

ex
・分裂　　ex　大腸菌，ゾウリムシ，イソギンチャク
・出芽　　ex　酵母菌，ヒドラ
・栄養生殖　ex　ジャガイモ，タケノコ，オランダイチゴ，オニユリ
（塊茎）　（地下茎）　（走出枝）　（むかご）

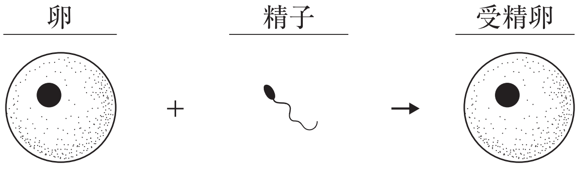
◆有性生殖　…　配偶子による生殖，２個体のゲノムをもとに新個体のゲノムが構築されるため，遺伝的に多様な子孫ができる

・同形配偶子


ex　ヒトエグサ

・異形配偶子

ex　アオサ，ミル



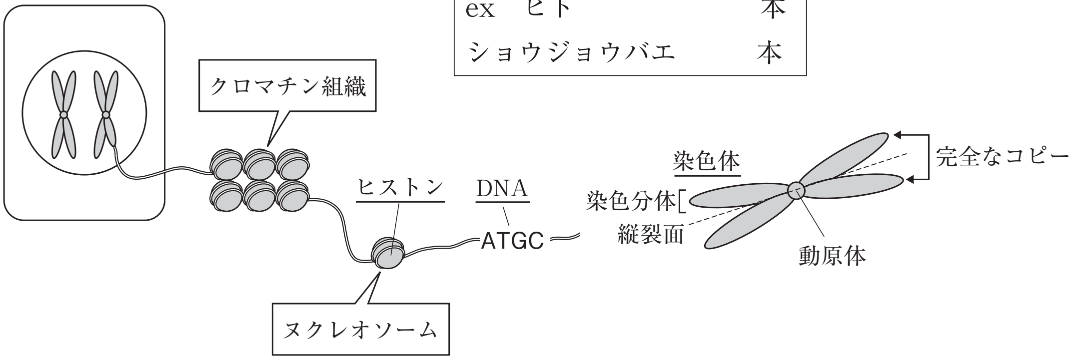
ex　動物

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■染色体と遺伝子

◆染色体　…　DNAとタンパク質（ヒストン）からなる。
遺伝子の集合体であり，遺伝子の複製や，細胞分裂における遺伝子の分配の単位となる。
真核生物の核内に種に固有の本数が存在，生物種に固有の染色体構成を核型という。

ex　ヒト　　　　　　本
ショウジョウバエ　　本



◆相同染色体　…　体細胞の核内に存在する同型同大，同じ遺伝子座を持つ染色体

ex ヒト

	常染色体	性染色体
♂	1，2，～　22	X
	1，2，～　22	Y

相同染色体

	常染色体	性染色体
♀	1，2，～　22	X
	1，2，～　22	X

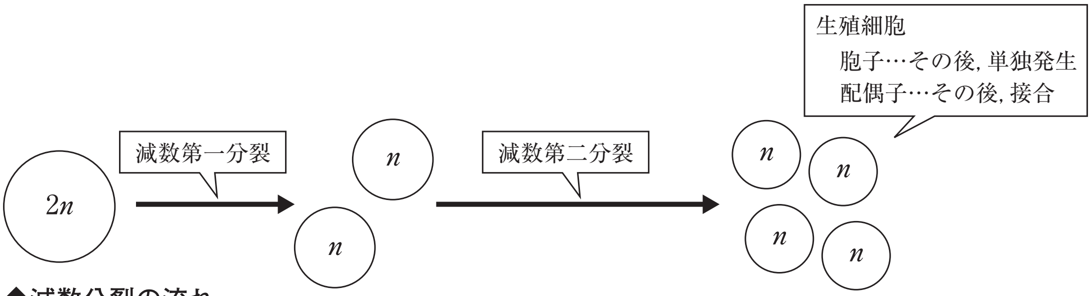
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■減数分裂

◆減数分裂の過程　…　生殖細胞形成のための特殊な分裂

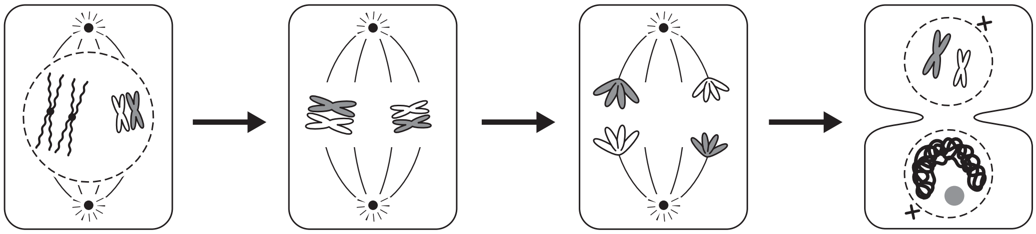
２回の連続した分裂によって，染色体数が半減する



◆減数分裂の流れ

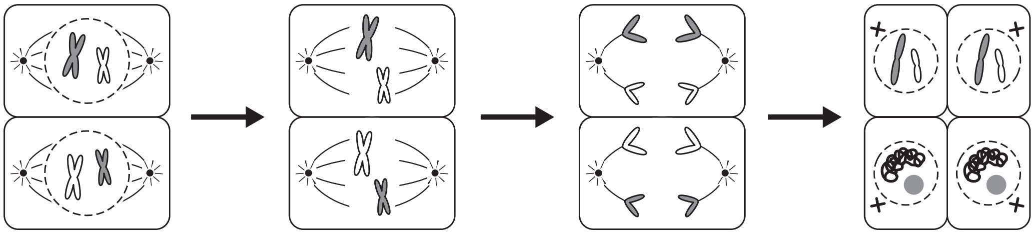
ex　$2n=4$の動物

減数第一分裂前期　→　減数第一分裂中期　→　減数第一分裂後期　→　減数第一分裂終期



- 減数第一分裂前期
  - 相同染色体の対合
  - 染色体が棒状に凝集
  - 核膜，核小体の消失
- 減数第一分裂中期
  - 二価染色体が赤道面に並ぶ
  - 紡錘体の完成
- 減数第一分裂後期
  - 二価染色体が対合面で分離
  - 両極に移動する
- 減数第一分裂終期
  - 核分裂完了後，細胞質分裂
  - 核相が半減

減数第二分裂前期　→　減数第二分裂中期　→　減数第二分裂後期　→　減数第二分裂終期

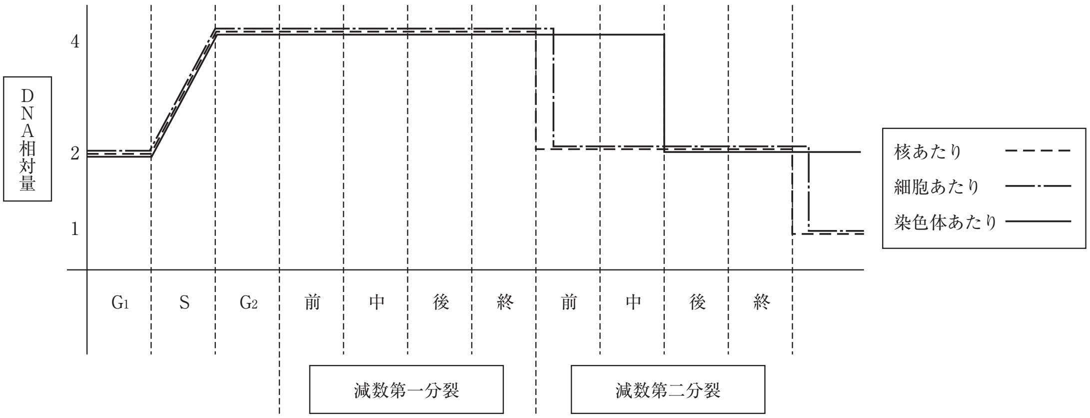


- 減数第二分裂前期
  - 核膜が一時的に再生
  - 間期を挟まず，次の分裂へ
- 減数第二分裂中期
  - 各染色体が赤道面に並ぶ
- 減数第二分裂後期
  - 各染色体が縦裂面で分離
  - 両極に移動する
- 減数第二分裂終期
  - 核分裂完了後，細胞質分裂
  - ４つの生殖細胞

©RECRUIT HOLDINGS

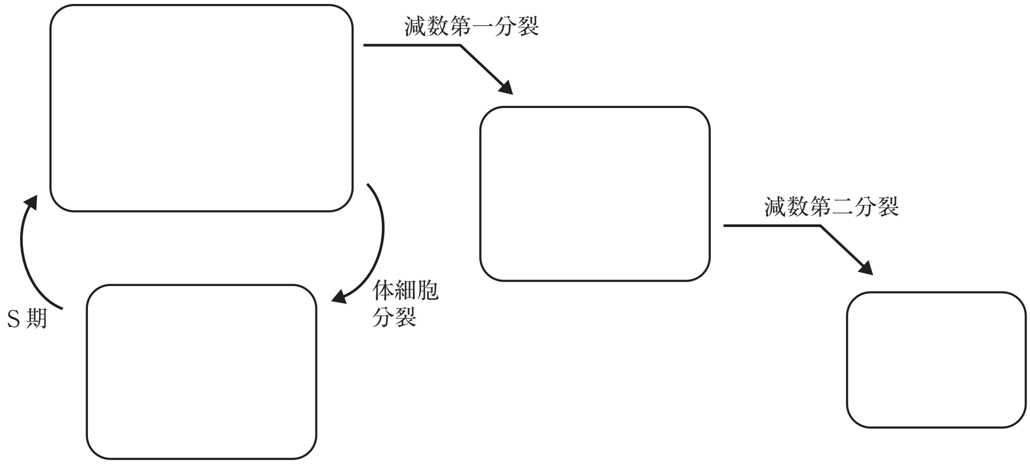
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆減数分裂とDNA量の変化



◆減数分裂と体細胞分裂

ex　$2n = 6$ の生物



	中期	後期
体細胞分裂		
減数第一分裂		
減数第二分裂		

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第7講　演習問題

体細胞分裂と減数分裂に関する以下の設問に答えよ。

ヒトの体細胞の核には［(1)］本の染色体があり，この中には［(2)］対の常染色体が含まれており，性染色体を含めると1組の染色体(n)は［(3)］本となる。ヒトの場合，体細胞分裂では1個の母細胞から［(4)］個の娘細胞ができるが，減数分裂では1個の母細胞からそれぞれ［(5)］本の染色体を有する［(6)］個の娘細胞ができる。

問1　文章中の［(1)］〜［(6)］に入るもっとも適切なものを次の①〜⑩の中からそれぞれ1つずつ選べ。ただし，同じものを二度選んでもよい。

① 1　② 2　③ 3　④ 4
⑤ 11　⑥ 22　⑦ 23　⑧ 44
⑨ 46　⑩ 92

問2　細胞分裂に関する説明文A〜Eのうち体細胞分裂，および減数分裂第一分裂の説明としてもっとも適切な組み合わせを次の①〜⑩の中からそれぞれ1つずつ選べ。ただし，乗換えが起こらないものと仮定する。

A. 娘細胞において相同染色体が母由来と父由来のもので対となるように分配される。
B. 父由来あるいは母由来の相同染色体のどちらかが娘細胞に分配される。
C. 娘細胞に含まれるDNA量は母細胞の2分の1である。
D. 核分裂の後に細胞質分裂が起こる。
E. 細胞質分裂の後に核分裂が起こる。

① A，B　② A，C　③ A，D　④ A，E　⑤ B，C
⑥ B，D　⑦ B，E　⑧ C，D　⑨ C，E　⑩ D，E

問3　体細胞核内の染色体数が$2n=10$である生物において，ヒトと同様な減数分裂により配偶子が生じ，また，相同染色体のうちで父由来と母由来のものを異なるとすると，配偶子における染色体の組み合わせは何通りとなるか。もっとも適切なものを次の①〜⑩の中から1つ選べ。ただし，乗換えが起こらないものと仮定する。

① 1　② 2　③ 4　④ 8　⑤ 16
⑥ 20　⑦ 32　⑧ 64　⑨ 256　⑩ 1024

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　確認テスト

発生に関する次の問いに答えよ。

問１　次の(a)～(f)にあてはまる生殖方法の組み合わせとして適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

(a)　母体からくびれ出た部分が新個体となる。
(b)　母体がほぼ二等分して新個体となる。
(c)　菌類の体の一部に特殊な細胞が生じ，これが分離し単独で発芽して新個体となる。
(d)　根，茎，葉などから新しい個体をつくる。
(e)　２個のほぼ同じ細胞が合体することで新個体となる。
(f)　運動性や栄養貯蔵性の点で分化した卵と精細胞（精子）が合体して新個体となる。

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
①	分裂	出芽	栄養生殖	胞子生殖	受精	接合
②	分裂	出芽	栄養生殖	胞子生殖	接合	受精
③	出芽	分裂	胞子生殖	栄養生殖	受精	接合
④	出芽	分裂	胞子生殖	栄養生殖	接合	受精
⑤	胞子生殖	分裂	出芽	栄養生殖	接合	受精

問２　以下の記述に最も適切な生物をそれぞれ１つずつ答えなさい。

１．分裂で増える単細胞生物
２．分裂で増える多細胞生物
３．出芽で増える単細胞生物
４．出芽で増える多細胞生物
５．むかごで増える生物
６．塊状根で増える生物

①　オニユリ　②　酵母菌　③　サツマイモ　④　ジャガイモ
⑤　ゾウリムシ　⑥　ユスリカ　⑦　イソギンチャク　⑧　ヒドラ

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　脊椎動物の減数分裂の特徴として，適切な記述を３つ答えなさい。

① 第一分裂の前と第二分裂の前の両方で染色体が複製される。
② 第一分裂の前の特定の時期に染色体が複製される。
③ 第一分裂と第二分裂の間の特定の時期に染色体が複製される。
④ 第一分裂の後では細胞当たりのDNA量は，体細胞分裂直後の細胞と同じになる。
⑤ 第一分裂の後では細胞当たりのDNA量は，体細胞分裂直後の細胞の$\frac{1}{2}$になる。
⑥ 第二分裂の後では細胞当たりのDNA量は，体細胞分裂直後の細胞の$\frac{1}{2}$になる。
⑦ 第二分裂の後では細胞当たりのDNA量は，体細胞分裂直後の細胞の$\frac{1}{4}$になる。

問４　体細胞の染色体数が$2n = 14$の生物では，生殖細胞の染色体の組み合わせは何通りあるか。最も適切な数値を１つ選びなさい。ただし，染色体の乗換えはおこらないものとする。

① 14　② 16　③ 28　④ 32
⑤ 64　⑥ 128

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　遺伝の基本法則

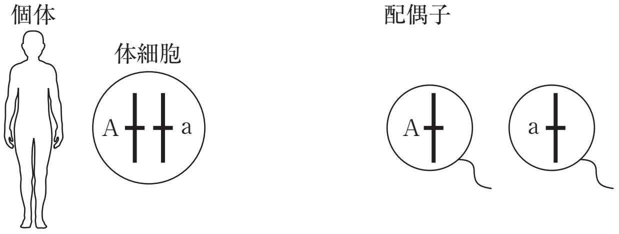
■遺伝の基本法則

…　生物の形質を決定する遺伝子は染色体上に存在し，減数分裂によって配偶子に分配されて子孫に伝わる。減数分裂における染色体の挙動を理解することで，遺伝子の子孫への伝わり方，すなわち遺伝の法則は理解できる。

形質　…　生物が持つ特徴。同時に成り立ち得ない形質を特に対立形質と呼ぶ。

ex　赤花と白花　　丸い種子としわの種子

遺伝子　…　形質を決定付ける因子，染色体を構成するDNAの塩基配列をその本体とする。各個体（２倍体）は一つの形質について相同染色体上に一対の遺伝子を持つこととなり，配偶子（１倍体）などは遺伝子を１つ持つことになる。その遺伝的組成をアルファベットで表現したものを遺伝子型と呼び，遺伝子型の結果決定する個体が表す形質を表現型と呼ぶ。対立形質に対応する遺伝子を対立遺伝子と呼び，染色体上の同じ遺伝子座に存在する。

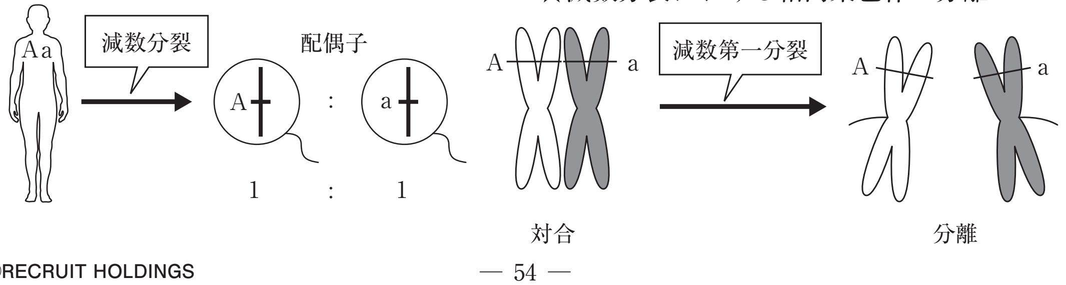


純系　…　遺伝子型がホモの個体，集団。遺伝的組成が一様であるため，自家受精によっても遺伝的に単一な個体しか生じない。　　類義　…品種，系統

◆顕性（優性）の法則　…　対立形質を示す純系同士が掛け合わされた場合，子（雑種第一代，F_1）には片方の親の対立形質のみが現れる。現れた形質を顕性（優性）形質，現れなかった形質を潜性（劣性）形質，顕性（優性）形質を支配する遺伝子を顕性（優性）遺伝子，潜性（劣性）形質を支配する遺伝子を潜性（劣性）遺伝子と呼ぶ。

◆分離の法則　…　減数分裂形成時，２倍体（接合体，$2n$）がもつ対になった遺伝子は，２分して別々の配偶子に入る。

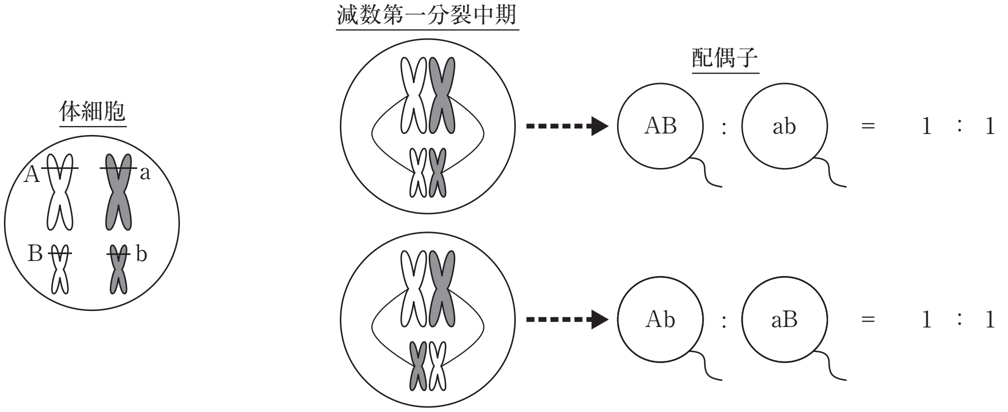
☆減数分裂における相同染色体の分離



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆独立の法則　…２対以上の対立遺伝子（Aとa，Bとb）は同じ染色体上にない限り独立に配偶子に伝わる。



■独立な２遺伝子雑種

P　AABB ―― aabb

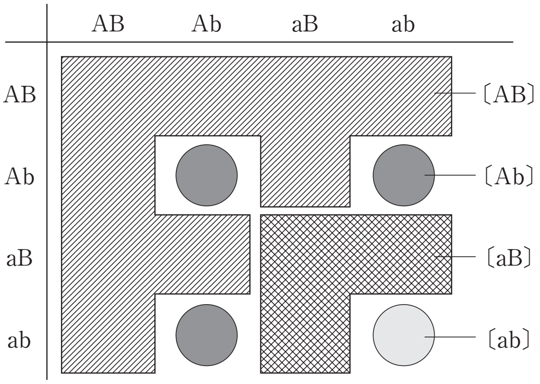
F1　AaBb ―― AaBb

AB : Ab : aB : ab　　AB : Ab : aB : ab

1 : 1 : 1 : 1　　1 : 1 : 1 : 1

F2　[AB] : [Ab] : [aB] : [ab]

9 : 3 : 3 : 1



◆独立な２遺伝子の相互作用

AaBb ―― AaBb

9 : 7　…　補足遺伝子

13 : 3　…　抑制遺伝子

15 : 1　…　同義遺伝子

9 : 3 : 4　…　条件遺伝子

12 : 3 : 1　…　被覆遺伝子

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■性染色体と性決定様式　…　染色体の構成により性が決定する生物がいる。

			接合体($2n$)	配偶子(n)	生物名
雄ヘテロ型	XY型	♀	2A＋XX	A＋X	ヒト
		♂	2A＋XY	A＋X，A＋Y	ショウジョウバエ
	XO型	♀	2A＋XX	A＋X	バッタ
		♂	2A＋X	A＋X，A	トンボ
雌ヘテロ型	ZW型	♀	2A＋ZW	A＋Z，A＋W	カイコガ
		♂	2A＋ZZ	A＋Z	ニワトリ
	ZO型	♀	2A＋Z	A＋Z，A	ミノガ
		♂	2A＋ZZ	A＋Z	スッポン

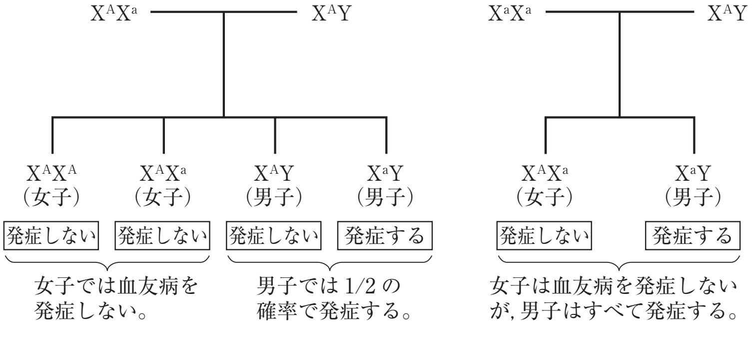
A：常染色体の１セット

◆伴性遺伝　…　目的の遺伝子が性染色体上にある場合，子の性別によって表現型の分離比が変わり得る。

ex　ヒトの血友病　…　X染色体上の潜性(劣性)遺伝子によって発症

A：健常遺伝子　　a：血友病遺伝子

健常個体	発症個体
X^AX^A, X^AX^a (女性)	X^aX^a (女性)
X^AY (男性)	X^aY (男性)



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　演習問題

遺伝に関する次の**文章１～文章４**を読み，以下の問１～４に答えよ。

文章１　ハツカネズミには，毛の色が灰色のもの，黒色のもの，および白色のものがある。いま，純系の灰色の系統と白色のある系統を交雑すると雑種第一代(F_1)は全て灰色になり，雑種第二代(F_2)では灰色，黒色，白色がおよそ９：３：４の比で得られた。この遺伝現象は，毛の色を黒色にする遺伝子Ｃと，遺伝子Ｃが存在するときだけ毛の色を灰色にする遺伝子Ｇの存在を仮定すると説明できる。つまり，遺伝子Ｃは単独で働くと毛の色を黒色にするが，遺伝子Ｇが共存すると毛の色は灰色になる。遺伝子Ｇのように働く遺伝子を［ア］とよぶ。

問１　文章１のF_1個体と下線部の個体を交雑した場合，子の表現型において灰色：黒色：白色の分離比はどのようになるか。最も適切なものをa)～g)のうちから選べ。

a)　１：１：１　　b)　１：１：２　　c)　１：２：１　　d)　２：１：１
e)　３：９：４　　f)　４：９：３　　g)　９：４：３

文章２　トウモロコシの粒色には黄色と黒色がある。いま，粒の黄色系統と黒色系統とを両親として交雑するとF_1は全て粒が黄色の個体になり，F_2では黄色と黒色がおよそ13：３の比に分離した。これは粒色を黒色にする遺伝子Ｂと黒色になるのをおさえる遺伝子Ｙの存在によって説明できる。つまり，遺伝子Ｂを持つと粒は黒色になるが，遺伝子Ｙを同時に持つと黄色になる。遺伝子Ｙのように働く遺伝子を［イ］とよぶ。

問２　文章２のF_2個体のうち，黒色個体の遺伝子型として適切なものをa)～e)のうちから１つ選べ。

a)　BBYYとBBYyとBbYYとBbYy　　b)　bbYYとbbYy
c)　BByyとBbyy　　d)　bbyy　　e)　該当なし

文章３　キイロハツカネズミには毛の色が黄色のものと灰色のものがある。黄色のものどうしを交配すると黄色と灰色が２：１の分離比で生まれる。この分離比は，黄色遺伝子Ｋのホモ接合体が発生過程で死亡すると考えると説明できる。このように働く遺伝子を［ウ］とよぶ。

問３　文章３の遺伝子Ｋについての記述として最も適切なものをa)～d)のうちから選べ。

a)　遺伝子Ｋは体色についても発生過程の死についても顕性(優性)である。
b)　遺伝子Ｋは体色についても発生過程の死についても潜性(劣性)である。
c)　遺伝子Ｋは体色については顕性(優性)，発生過程の死については潜性(劣性)である。
d)　遺伝子Ｋは体色については潜性(劣性)，発生過程の死については顕性(優性)である。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　**文章１〜文章３**の［ア］〜［ウ］にあてはまる語の組み合わせとして正しいものをa)〜h)のうちから選べ。

	ア	イ	ウ
a)	補足遺伝子	複対立遺伝子	致死遺伝子
b)	補足遺伝子	致死遺伝子	複対立遺伝子
c)	抑制遺伝子	条件遺伝子	致死遺伝子
d)	抑制遺伝子	致死遺伝子	条件遺伝子
e)	条件遺伝子	抑制遺伝子	致死遺伝子
f)	条件遺伝子	致死遺伝子	抑制遺伝子
g)	条件遺伝子	補足遺伝子	致死遺伝子
h)	補足遺伝子	抑制遺伝子	致死遺伝子

文章４　キイロショウジョウバエの眼の色には赤眼と白眼があり，また，翅の形には正常翅と痕跡翅がある。これらの形質は，それぞれ１対の対立遺伝子によって決められている。その遺伝について調べるため次の実験を行った。

実験１：ある系統の赤眼・正常翅の雌と白眼・痕跡翅の雄を交雑すると，F_1では雌雄ともに全て赤眼・正常翅であった。

実験２：ある系統の白眼・正常翅の雌と赤眼・痕跡翅の雄を交雑すると，F_1の雌は全て赤眼・正常翅，雄は全て白眼・正常翅であった。

問５　**文章４**の実験１で生まれた赤眼・正常翅の雌と雄を交雑した場合の結果として正しいものをa)〜f)のうちから選べ。

a)　雌は，全て赤眼・正常翅になる。

b)　雌では，赤眼・正常翅：赤眼・痕跡翅が１：１の比で現れる。

c)　雌では，赤眼・正常翅：赤眼・痕跡翅が３：１の比で現れる。

d)　雌では，赤眼・正常翅：白眼・正常翅が３：１の比で現れる。

e)　雌では，赤眼・正常翅：白眼・痕跡翅が１：１の比で現れる。

f)　雌では，赤眼・正常翅：白眼・正常翅：赤眼・痕跡翅：白眼・痕跡翅が３：３：１：１の比で現れる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第8講　確認テスト

遺伝に関する下記の文を読み，問いに答えよ。

エンドウの種子には代々丸形になるものとしわになるものとがあり，丸形が顕性(優性)でしわが潜性(劣性)である。また，子葉の色について代々黄色になるものと緑色になるものがあり，黄色が顕性(優性)で，緑色が潜性(劣性)である。種子を丸形にする顕性(優性)遺伝子をR，しわにする潜性(劣性)遺伝子をr，子葉を黄色にする顕性(優性)遺伝子をY，緑色にする潜性(劣性)遺伝子をyとする。

問1　代々種子が丸形の個体と代々種子がしわの個体を交配し，その子孫F_1からF_2，F_3と自家受精をくり返した場合，F_3における丸：しわの分離比はどうなるか。下の選択肢から選択せよ。

①　3：1　②　4：1　③　3：2　④　5：2　⑤　5：3

問2　代々種子が丸形の個体と代々種子がしわの個体を交配し，その子孫F_1からF_2，F_3と自家受精をくり返した場合，F_3におけるヘテロ接合体の割合は何％か。下の選択肢から選択せよ。

①　50％　②　30％　③　25％　④　20％　⑤　12.5％

問3　代々種子が丸形の個体と代々種子がしわの個体を交配し，その子孫F_1からF_2，F_3，F_4と自家受精をくり返した場合，F_4におけるヘテロ接合体の割合は何％か。下の選択肢から選択せよ。

①　50％　②　30％　③　25％　④　20％　⑤　12.5％

問4　種子が丸形で子葉が黄色の個体と種子がしわで子葉が緑色の個体を交配したところF_1は全て丸形で子葉は黄色であった。F_1の自家受粉による子孫F_2の分離比は丸・黄色：丸・緑色：しわ・黄色：しわ・緑色＝9：3：3：1であった。F_1を検定交雑した場合の子孫の分離比，丸・黄色：丸・緑色：しわ・黄色：しわ・緑色を下の選択肢から選択せよ。

①　9：3：3：1　②　3：1：3：1　③　1：0：0：1　④　1：1：1：1
⑤　3：0：0：1

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　種子の形と子葉の色に関して交配した結果得られた子孫の分離比は丸・黄色：丸・緑色：しわ・黄色：しわ・緑色＝３：３：１：１であった。この交配における両親の遺伝子型の組み合わせを下の選択肢から選択せよ。

① RRYY と rryy　　② RrYy と RrYy　　③ RrYy と rryy
④ RrYy と Rryy　　⑤ RrYy と rrYy

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

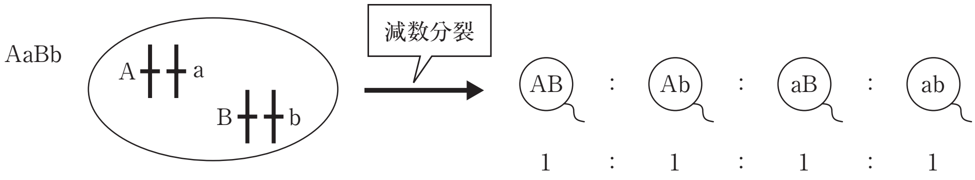
＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　独立と連鎖

■独立と連鎖

◆独立　…　対象の２組の対立遺伝子が異なる染色体上に存在

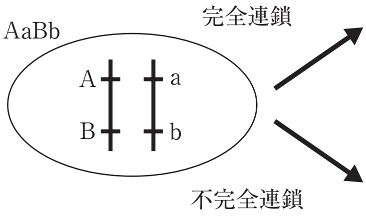


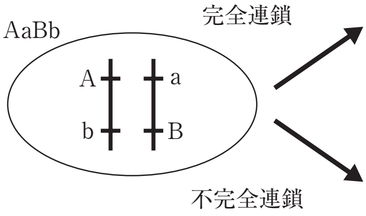
◆連鎖　…　対象の２組の対立遺伝子が同じ染色体上に存在

・完全連鎖　　…　連鎖した遺伝子の間でまったく組換えが起こらない。

・不完全連鎖　…　染色体の乗換えにより，連鎖した遺伝子の間で組換えが起こる。

配偶子

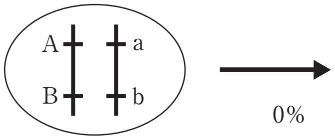




ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

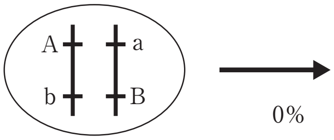
・組換え価　…　組換えが起こる割合

$$\text{組換え価}=\frac{\text{組換えの結果生じた配偶子数}}{\text{全配偶子数}}\times 100$$



配偶子の遺伝子型

	AB	：	Ab	：	aB	：	ab
0%	1	：	0	：	0	：	1
10%	9	：	1	：	1	：	9
12.5%	7	：	1	：	1	：	7
20%	4	：	1	：	1	：	4
25%	3	：	1	：	1	：	3
50%	1	：	1	：	1	：	1
x%	100-x	：	x	：	x	：	100-x



配偶子の遺伝子型

	AB	：	Ab	：	aB	：	ab
0%	0	：	1	：	1	：	0
10%	1	：	9	：	9	：	1
12.5%	1	：	7	：	7	：	1
20%	1	：	4	：	4	：	1
25%	1	：	3	：	3	：	1
50%	1	：	1	：	1	：	1
x%	x	：	100-x	：	100-x	：	x

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■**連鎖の見分け方**　…　独立からのズレを考える。
→独立な場合の結果を正確に把握しておく。

検定交雑

潜性（劣性）ホモ個体との交配，検定対象の個体が形成した配偶子の遺伝子型の分離比が，子の表現型の分離比の形で推定できる。

・<u>２遺伝子雑種　×　潜性（劣性）ホモ</u>

AaBb ― aabb

[AB]	[Ab]	[aB]	[ab]	
1	1	1	1	→ A(a)とB(b)は独立
多	少	少	多	→ AB／abが連鎖
少	多	多	少	→ Ab／aBが連鎖

・<u>２遺伝子雑種　×　２遺伝子雑種</u>

AaBb ― AaBb

[AB]	[Ab]	[aB]	[ab]	
9	3	3	1	→ A(a)とB(b)は独立
3	0	0	1	→ AB／abが完全連鎖
2	1	1	0	→ Ab／aBが完全連鎖
それ以外				→ 不完全連鎖

<u>連鎖の組合せは世代をさかのぼれば判断可能</u>

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第9講　演習問題

ある植物において，花の色を決める遺伝子Aと花粉の形を決める遺伝子Bは同一染色体上に位置する。色を決める対立遺伝子は紫色(A)が白色(a)に対して顕性(優性)である。花粉の形を決める対立遺伝子は長花粉(B)が丸花粉(b)に対して顕性(優性)である。$AAbb$の遺伝子型をもつ個体と$aaBb$の遺伝子型をもつ個体とを交配し，雑種第一代の個体を多数得た。さらに，雑種第一代の個体群から任意に選んだ多数の個体と遺伝子型$aabb$をもつ個体とを交配し，雑種第二代の個体を多く得た。

問1　両遺伝子間の組換え価が0％のとき，雑種第一代の個体に現れる遺伝子型と比率はどうなるか。適当なものを次の①～⑧のうちから1つ選べ。

① $AABB:aabb=1:1$　② $AABB:aabb=2:1$　③ $AAbb:aaBb=1:1$
④ $AAbb:aaBb=2:1$　⑤ $AaBb:Aabb=1:1$　⑥ $AaBb:Aabb=2:1$
⑦ $Aabb:aaBb=1:1$　⑧ $Aabb:aaBb=2:1$

問2　両遺伝子間の組換え価が0％のとき，雑種第二代の花の色と花粉の形の割合［紫花・長花粉］:［紫花・丸花粉］:［白花・長花粉］:［白花・丸花粉］はどうなるか。適当なものを次の①～⑤のうちから1つ選べ。

① 0:1:1:1　② 0:2:1:1　③ 1:1:1:1　④ 1:3:1:3　⑤ 2:1:1:1

問3　両遺伝子間の組換え価が4％のとき，(1)，(2)の問いに答えよ。

(1)　雑種第一代がつくる配偶子の割合($AB:Ab:aB:ab$)はどうなるか。適当なものを次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① 1:9:9:1　② 1:19:9:11　③ 1:24:24:1
④ 1:25:24:2　⑤ 1:39:19:21　⑥ 1:49:24:26

(2)　雑種第二代の中で，紫花・長花粉をもつ個体の占める割合は何％か。適当なものを次の①～⑥のうちから1つ選べ。

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5　⑥ 6

顕性(優性)の遺伝子CとD，潜性(劣性)の遺伝子cとdをそれぞれ同一の染色体にもつ植物の親の遺伝子型が$CcDd$であるとする。自家受精によって生じたF_1の表現型の分離比は，$[CD]:[Cd]:[cD]:[cd]=177:15:15:49$であった。

問4　組換え価は何％か。最も適当なものを次の①～⑤のうちから1つ選べ。

① 6.0　② 10.0　③ 11.7　④ 12.5　⑤ 18.5

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　確認テスト

キイロショウジョウバエの遺伝について，下の各問い（問１～６）に答えなさい。

キイロショウジョウバエの翅の形質には正常翅と痕跡翅，体色には正常体色と黒体色がある。これらの形質は，それぞれ一対の対立遺伝子によって決定されており，これらの遺伝子は同一の常染色体上で連鎖していることがわかっている。遺伝子V(v)は翅の形質を決定する遺伝子で，Vは正常翅，vは痕跡翅の遺伝子である。遺伝子B(b)は体色を決定する遺伝子で，Bは正常体色，bは黒体色の遺伝子である。いずれも大文字で表される遺伝子は，小文字で表される遺伝子に対して顕性(優性)である。

〔実験１〕　P（親）として，遺伝子型がVVBBの雌と遺伝子型がvvbbの雄とを交配して得たF_1（雑種第一代）は，すべて正常翅・正常体色を示した。Pの遺伝子型を雌雄で逆にして交配を行っても同じ結果であった。

〔実験２〕　実験１で得られたF_1の雌に，vvbbの雄を交配して得られた次代は，雌雄とも正常翅・正常体色：正常翅・黒体色：痕跡翅・正常体色：痕跡翅・黒体色＝4：1：1：4の分離比を示した。

〔実験３〕　実験１で得られたF_1の雄に，vvbbの雌を交配して得られた次代は，雌雄とも正常翅・正常体色：痕跡翅・黒体色＝1：1の分離比を示した。

問１　〔実験１〕で得られたF_1の遺伝子型として最も適当なものを，次の①～⑤の中から１つ選び，記号で答えなさい。

①　VVbb　　②　vvBB　　③　VvBb　　④　Vvbb　　⑤　vvBb

問２　(1)〔実験２〕で，F_1の雌に生じた配偶子の遺伝子型の分離比，(2)〔実験３〕で，F_1の雄に生じた配偶子の遺伝子型の分離比として最も適当なものを，次の①～⑤の中からそれぞれ１つ選び，記号で答えなさい。なお，同じ記号を繰り返し選んでも構わない。

①　VB：Vb：vB：vb＝1：1：1：1　　②　VB：Vb：vB：vb＝1：0：0：1
③　VB：Vb：vB：vb＝0：1：1：0　　④　VB：Vb：vB：vb＝4：1：1：4
⑤　VB：Vb：vB：vb＝1：4：4：1

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　F_1の雌雄を交配してF_2(雑種第二代)を得た場合，得られた個体全体に占める痕跡翅・黒体色の個体の割合[%]はいくらか。最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選び，記号で答えなさい。

①　2％　　②　5％　　③　10％　　④　20％　　⑤　50％

問4　〔実験2〕の結果から，F_1の雌における組換え価[%]を計算するといくらになるか。最も適当なものを次の①～⑤の中から1つ選び，記号で答えなさい。

①　0%　　②　5%　　③　10%　　④　20%　　⑤　50%

問5　〔実験1〕～〔実験3〕から考えられることとして最も適当な記述を，次の①～④の中から1つ選び，記号で答えなさい。

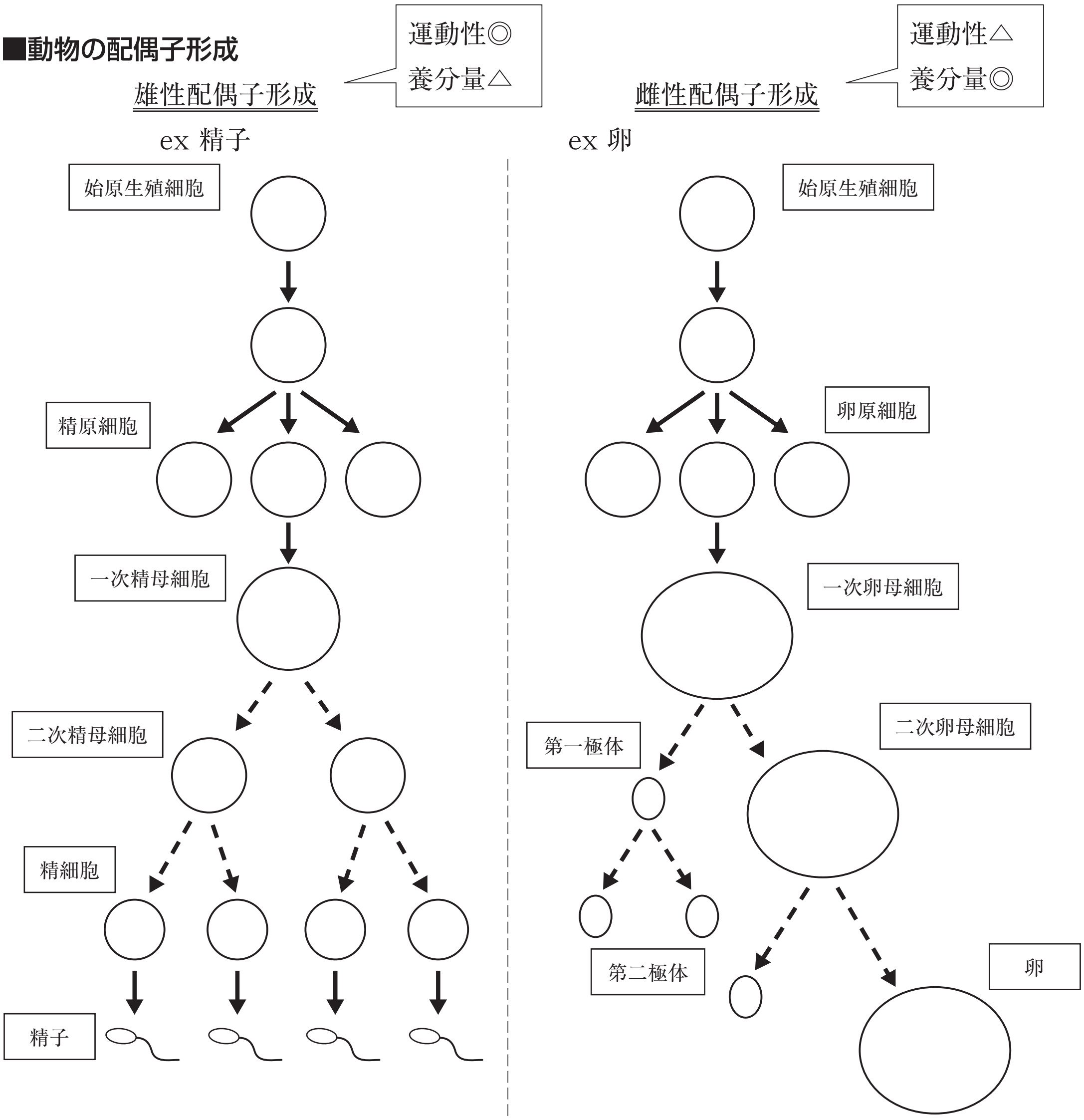
①　キイロショウジョウバエの雄では，雌と同じ割合で組換えが起こる。
②　キイロショウジョウバエの雄では，遺伝子の連鎖が完全である。
③　キイロショウジョウバエの雄のもつX染色体とY染色体の間で乗換えは起こらない。
④　キイロショウジョウバエの雌のもつ2本のX染色体の間では乗換えは起こらない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　動物の配偶子形成，ウニの発生

■動物の配偶子形成



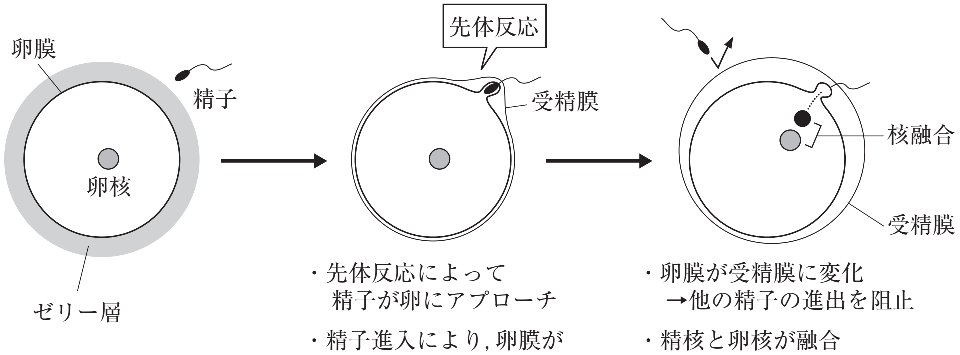
・雌性配偶子は，極端に不均等な細胞質分裂を行うことで，卵黄を一つの卵に集中させる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆受精　…　卵と精子の細胞融合

ex　ウニの受精



・先体反応によって精子が卵にアプローチ

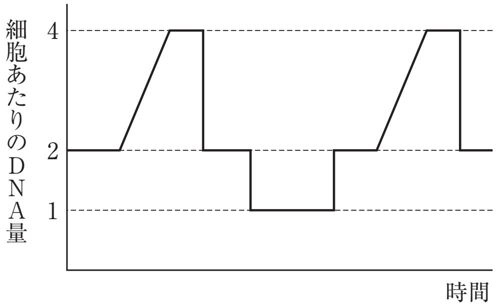
・精子進入により，卵膜が盛り上がっていく。

・卵膜が受精膜に変化
→他の精子の進出を阻止

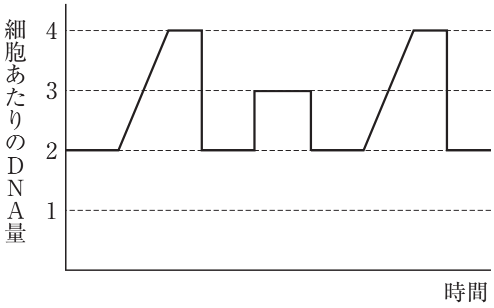
・精核と卵核が融合

・受精とDNA量の変化

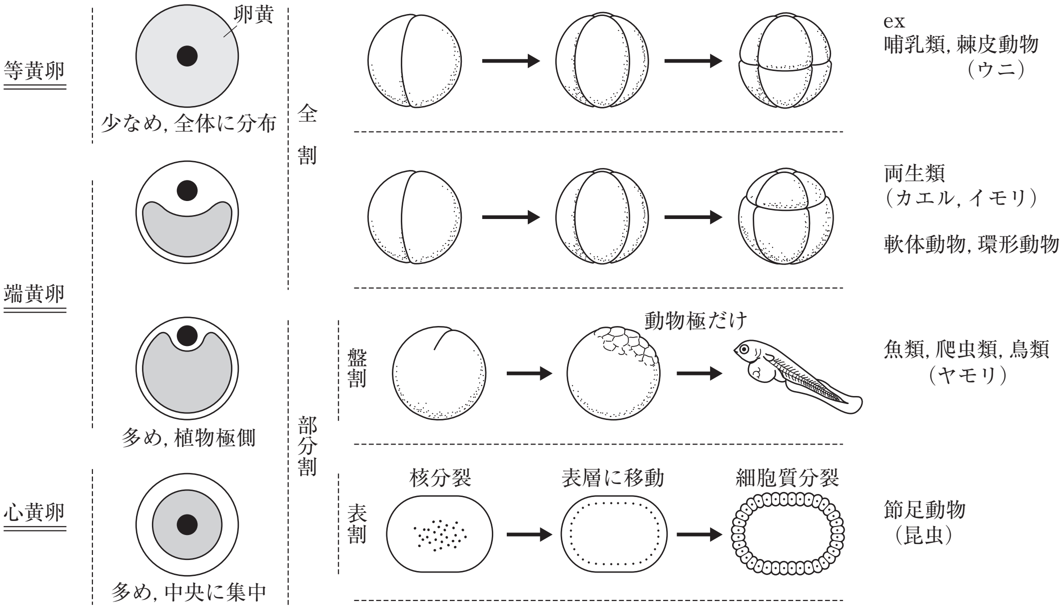
ex　ウニ　減数分裂完了後に受精



ヒト　減数第二分裂中に受精



◆卵の分類と卵割様式　☆卵割様式は卵黄の量と分布によって決定



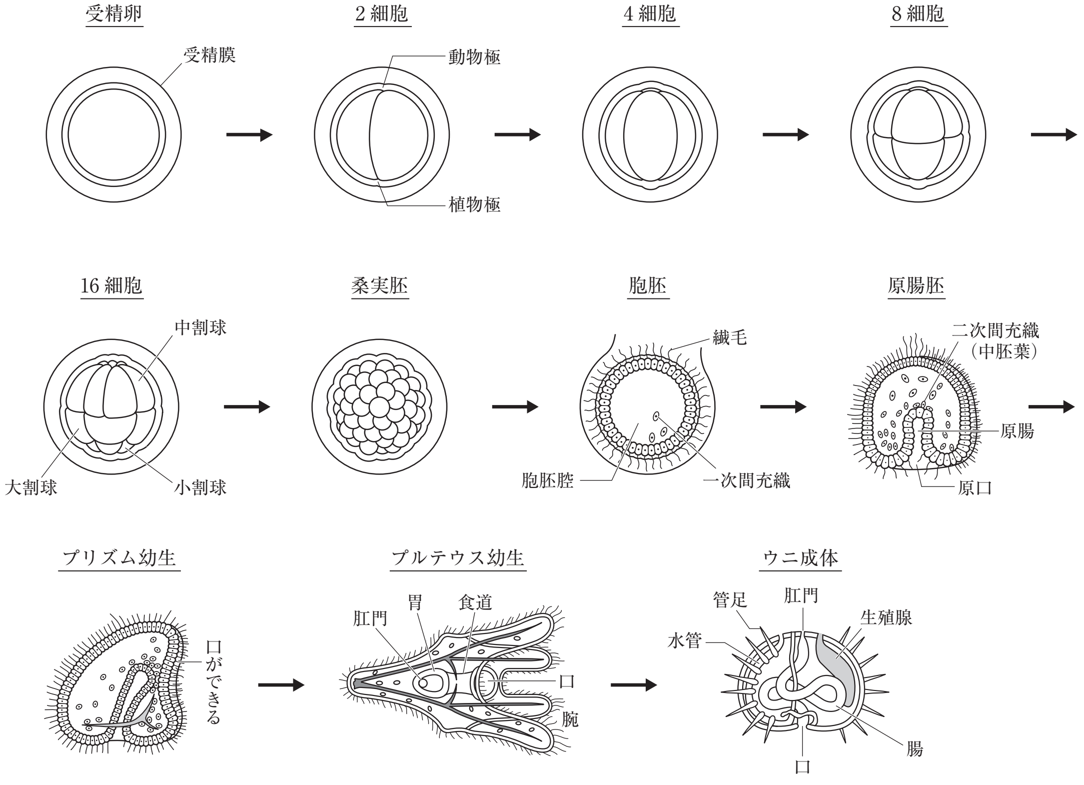
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■発生　…　受精卵から個体が形成される過程

◆卵割　…　発生初期の体細胞分裂

- 間期が短い。（G_1期，G_2期がない→Ｓ期のみ）
- 細胞周期が早く，割球は順次小さくなっていく。
- 同調的に分裂する。

◆ウニの発生



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

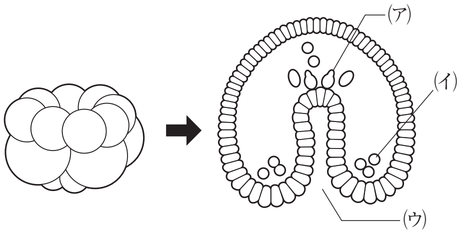
第10講　演習問題

次の文章を読み，設問に答えなさい。

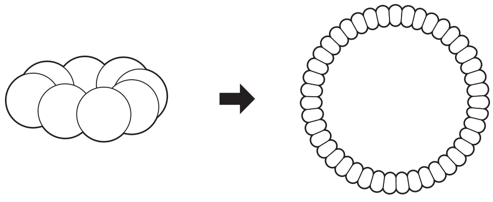
ウニの受精卵の発生を観察した。受精後約1時間半で第1回の卵割が起こり，その後はほぼ30分おきに卵割が起こった。3回目の卵割が起こった後では細胞の数は8個になった（8細胞期）。

16細胞期になる時には卵割面が変化し，割球に大・中・小の違いが現れた。このような変化は，1個の受精卵から出発した細胞が多様な細胞に分化する過程の一段階である。この胚を用いて以下の実験Ⅰ～Ⅲを行い，正常胚の原腸胚に相当する時期まで発生させた。その結果できた胚の断面を正常胚の例とともに以下に示す。ただし，受精膜や繊毛などは省略した。

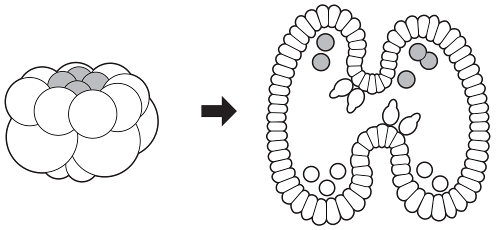
〔正常胚〕



〔実験Ⅰ〕　中割球8個を分離して発生させると，内部に空隙のある細胞塊ができた。

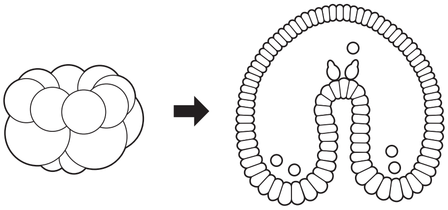


〔実験Ⅱ〕　16細胞期の胚の動物極に，同じ時期の他の胚から分離した小割球を移植して発生させた。移植した小割球には識別のために色素を注入しておいた。原腸胚期になると，移植を受けた胚の動物極側に新たな構造が形成された。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔実験Ⅲ〕 16細胞期の胚から小割球を除去して発生させると，正常胚の原腸胚期とよく似た構造が形成された。ただし構造ができるまでの時間は正常胚より長くかかった。



問1　図の(ア)～(ウ)の名称を答えなさい。

問2　卵割の説明について次の(A)～(F)から正しいものを全て選び，記号で答えなさい。

(A)　間期にDNAの合成が起こらない

(B)　G_1期が存在しない

(C)　分裂期に紡錘体の形成が行われない

(D)　分裂期には染色体は染色分体ごとにわかれて新しい細胞に移動する

(E)　分裂期には相同染色体が別々に新しい細胞に分配されていく

(F)　分裂が進むと細胞核内の遺伝子の構成に変化が生じる

問3　下線部の時期まで卵割の形式は全割で，割球の大きさはほぼ同じである。このような卵割を起こす卵にはどのような特徴があるか答えなさい。

問4　正常胚と実験Ⅰ，Ⅱの結果から，小割球は原腸胚までの発生に対してどのような役割をもっていると考えられるか答えなさい。

問5　問4で答えた内容と実験Ⅲの結果を考え合わせ，小割球除去後にも正常胚と似た構造ができたのはなぜか，答えなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　確認テスト

動物の生殖と発生に関する次の問い（問１～６）に答えよ。

問１　動物の精子の形成に関する次の記述①～⑧のなかで，**誤っているもの**の組み合わせを，下の解答群の(ア)～(コ)のうちから１つ選べ。

① 雄の生殖器官である精巣では，始原生殖細胞が分化してできた精原細胞が体細胞分裂を繰り返している。
② 精原細胞はすべて成長して一次精母細胞となる。
③ 一次精母細胞が減数分裂をすることで精細胞ができる。
④ 精細胞は形を変えて精子となる。
⑤ 精細胞の小胞体が精子の頭部の先体になる。
⑥ 精細胞の中心体から精子のべん毛が形成される。
⑦ 精子の頭部と尾部の間の中片にはゴルジ体が集まっている。
⑧ １個の一次精母細胞から４個の精子が形成される。

(ア) ①，②，⑤　(イ) ①，②，⑦　(ウ) ①，③，⑧　(エ) ②，④，⑥
(オ) ②，⑤，⑦　(カ) ②，⑥，⑦　(キ) ③，④，⑦　(ク) ③，⑤，⑧
(ケ) ④，⑥，⑦　(コ) ⑤，⑥，⑧

問２　卵が形成される過程で，たとえば100個の一次卵母細胞があったとすると，最終的につくられる卵の数として正しいものを，次の解答群(ア)～(キ)のうちから１つ選べ。

(ア) 10　(イ) 50　(ウ) 100　(エ) 200　(オ) 400
(カ) 800　(キ) 1600

問３　次の図１は動物の卵に含まれる卵黄の分布を示したものである。等黄卵と端黄卵をもつ動物の組み合わせとして正しいものを，下の解答群の(ア)～(ケ)のうちから１つ選べ。

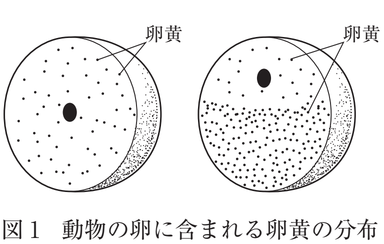


図１　動物の卵に含まれる卵黄の分布

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

	等黄卵	端黄卵
㈀	カエル	ニワトリ
㈁	カエル	ウニ
㈂	カエル	ヒト
㈃	ウニ	ナメクジウオ
㈄	ウニ	カエル
㈅	ウニ	ヒト
㈆	ヒト	ミツバチ
㈇	ヒト	ウニ
㈈	ヒト	ナメクジウオ

問４　ウニの発生において，第４回目の卵割は動物極側と植物極側でその様式が異なる。その様式の組み合わせとして正しいものを，次の解答群の㈀～㈉のうちから１つ選べ。

	動物極側		植物極側	
㈀	経割	等割	経割	不等割
㈁	経割	等割	緯割	等割
㈂	経割	等割	緯割	不等割
㈃	経割	不等割	経割	等割
㈄	経割	不等割	緯割	不等割
㈅	緯割	等割	経割	等割
㈆	緯割	等割	緯割	不等割
㈇	緯割	不等割	経割	等割
㈈	緯割	不等割	経割	不等割
㈉	緯割	不等割	緯割	等割

問５　ウニの発生においてふ化が起こる発生段階として正しいものを，次の解答群の㈀～㈆のうちから１つ選べ。

㈀　８細胞期　　㈁　16細胞期　　㈂　桑実胚期
㈃　胞胚期　　㈄　プルテウス幼生期　　㈅　プリズム期
㈆　原腸胚期

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

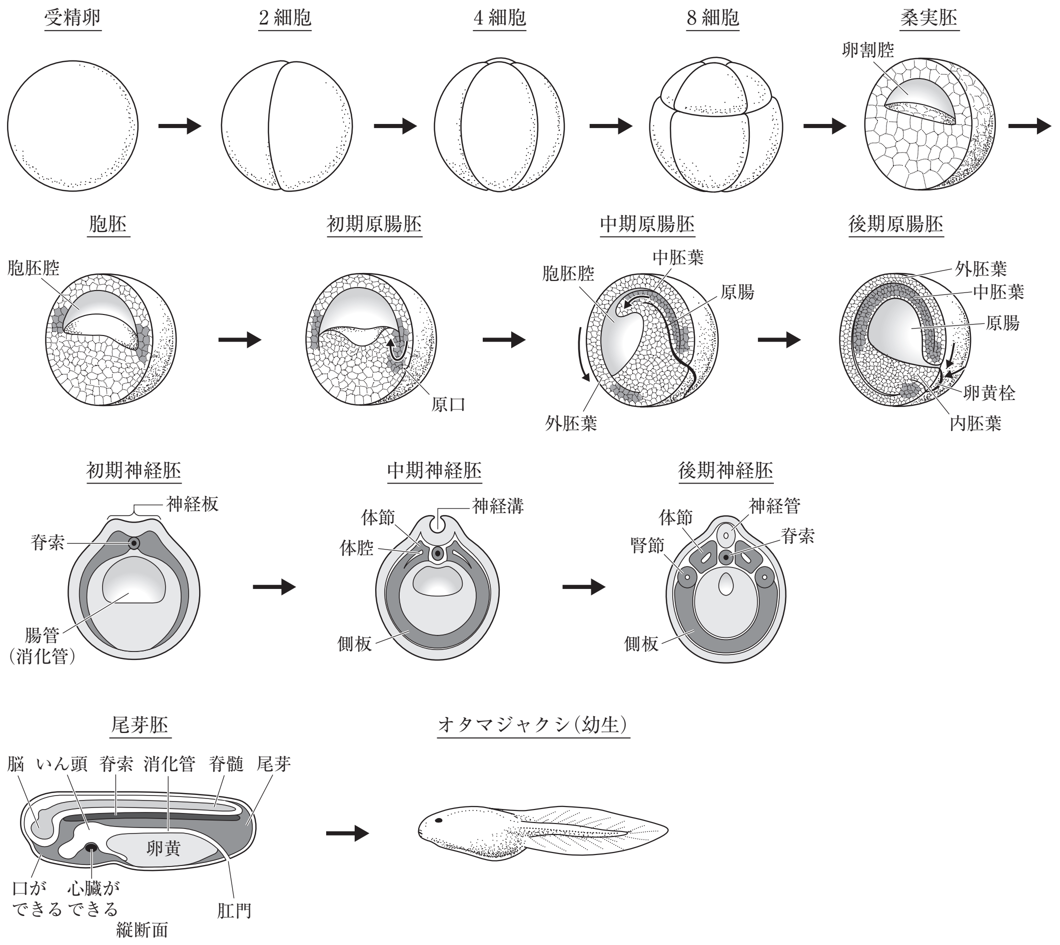
＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　カエルの発生

■カエルの発生



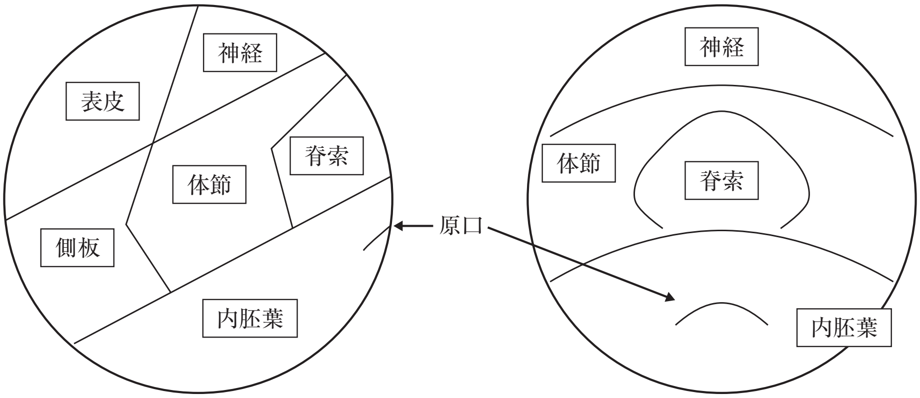
陥入による表層の移動

初期原腸胚　→　中期原腸胚　→　後期原腸胚

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■原基分布図（予定運命図）

イモリの胞胚表面の各部域が，正常な発生をした場合にどのような器官を形成するかを図示したもの。



局所生体染色法

フォークトはイモリ胞胚の表層の細胞を無毒な色素で染色，陥入による胚域の移動，分化の行方を追跡した。

色素：中性赤，ナイル青

◆カエル尾芽胚期，断面

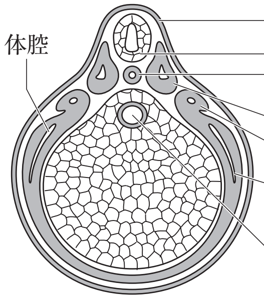


表　皮…皮膚の表皮，眼の水晶体・角膜，口や鼻の上皮 神経管…眼の眼胞・網膜，脳，脊髄	外胚葉
脊　索…退化する 体　節…脊椎骨，骨格，骨格筋，皮膚の真皮 腎　節…腎臓，輸尿管 側　板…内臓・血管の結合組織や筋組織，心臓	中胚葉
腸　管 {（前部）…気管・肺，食道，胃，肝臓，すい臓 　　　　（中・後部）…小腸，大腸，ぼうこう	内胚葉

■ウニとカエルの相違

	ウニ	カエル
・卵の色	透明	動物極は黒，植物極は白
・不等割	第４卵割	第３卵割
・桑実胚の割球の大きさ	均等	動物極は小さめ，植物極は大きめ
・胞胚腔の形	球状	動物極に片寄って半球状
・胞胚腔の外層	単層	多層
・陥入の位置	植物極	赤道面植物極寄り
・神経胚期の存在	なし	あり

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　演習問題

器官形成に関する次の文章を読み，以下の問いに答えよ。

　胚発生の過程ではシート状に並んだ細胞が折れ曲がったり，陥入したりすることが多い。その結果，袋状または管状の構造が作られ，その内側は液体あるいは気体で満たされた空所となる。

問１　イモリ初期原腸胚において，原口の中央を通り動物極と植物極を結ぶ線上にあるア～オ（図１）の細胞を色素で染色し，その移動先を調べた。染色された細胞は尾芽胚になると図２に示すＡ～Ｈのどこかに移動していた。ア～オが移動した先として適切なＡ～Ｈの組合せをa)～f)のうちから選べ。適切なものがない場合はg)と解答せよ。ただし，A，B，Ｈは表皮，D，Ｃは神経管の細胞である。

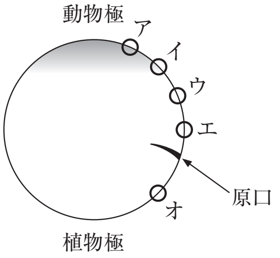


図１

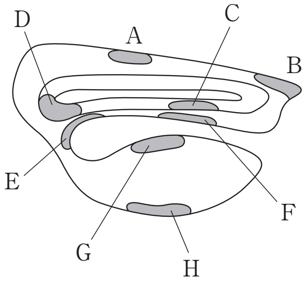


図２

	ア	イ	ウ	エ	オ
a)	A	B	F	E	H
b)	B	D	C	E	G
c)	A	B	F	E	G
d)	D	C	F	E	G
e)	C	D	F	E	H
f)	D	C	F	E	H

問２　イモリ胚の胞胚腔は液体で満たされた空所である。この胞胚腔は発生が進むとどうなるか。適切なものをa)～e)のうちから選べ。ただし，適切なものがない場合はf)と解答せよ。

a)　胞胚腔は原腸の内腔になる。　b)　胞胚腔は体腔になる。
c)　胞胚腔は神経管の内腔になる。　d)　胞胚腔はしだいに小さくなり，消失する。
e)　胞胚腔は体外に開口して空所ではなくなる。

問３　下のa)～e)は動物の皮膚に含まれる組織の名称である。上皮組織に含まれるものをa)～e)のうちから全て選べ。ただし，適切なものがない場合はf)と解答せよ。

a)　立毛筋　b)　汗腺　c)　皮脂腺　d)　真皮　e)　角質層

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　確認テスト

カエルの個体発生に関する次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

カエルの個体発生は［1］によって形成された卵と精子が接合し，受精卵が形成されることにより開始される。受精卵は卵割と呼ばれる［2］を繰り返し，細胞数が急速に増加する。卵割によって生じた個々の細胞は［3］と呼ばれる。［3］の集団内部に形成された［4］と呼ばれる空所は，胚が桑実胚の次の段階に達すると［5］と呼ばれるようになる。さらに発生が進むと，細胞（群）は活発な運動を開始し，胚表面を構成する細胞層が［5］に進入する。この進入部は［6］と呼ばれる。［5］に進入した細胞層は［7］を形成することから，この時期の胚は［7］胚と呼ばれる。［7］胚期に細胞（群）のダイナミックな配置換えが起こり，３つの胚葉（外胚葉，中胚葉，内胚葉）が形成される。

問１　［1］～［7］に最も適切な語をそれぞれ答えなさい。

① 体細胞分裂	② 減数分裂	③ 体腔	④ 胞胚腔
⑤ 原腸	⑥ 神経	⑦ 尾芽	⑧ 原口
⑨ 上皮細胞	⑩ 間充織	⑪ 卵割腔	⑫ 割球
⑬ 神経溝	⑭ 単球	⑮ 動物極	

問２　以下の文で，卵割の特徴を表しているものを２つ答えなさい。

① 染色体数が$2n$からnに変化する。
② 染色体数は$2n$のままで変化しない。
③ 染色体数はnのままで変化しない。
④ 二価染色体が赤道面に並ぶ。
⑤ 極体が形成される。
⑥ 形成された細胞の体積は増加しない。
⑦ 形成された細胞の体積は増加する。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　以下の組織や器官を形成する胚葉として最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

⑴　脊髄　⑵　心臓　⑶　中耳　⑷　血管　⑸　網膜
⑹　腎臓　⑺　消化管の内壁　⑻　すい臓　⑼　内耳

①　外胚葉　②　中胚葉　③　内胚葉

問４　以下の各文のうち，ウニに当てはまるものには①，カエルに当てはまるものには②，どちらにも当てはまらないものには③と答えなさい。

⑴　胞胚は一層の細胞層によって構成されている。
⑵　初めに核分裂のみが複数回進行し，細胞質分裂はその後に起こる。
⑶　陥入は植物極から起こる。
⑷　陥入は赤道面から少し植物極側にずれた部位で起こる。
⑸　卵黄栓が形成される。
⑹　プリズム期がある。
⑺　神経板を形成する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

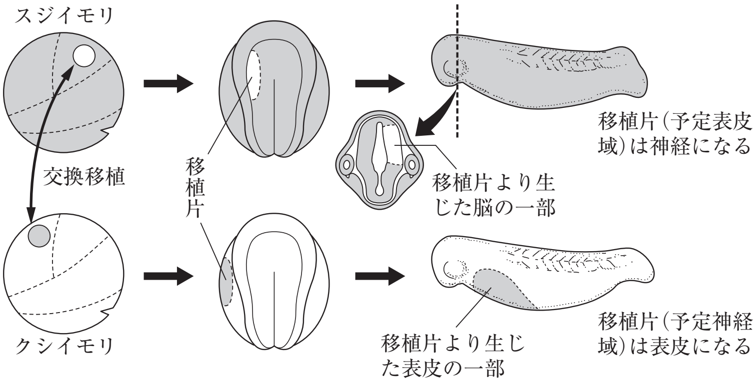
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　誘導と発生に関わる遺伝子

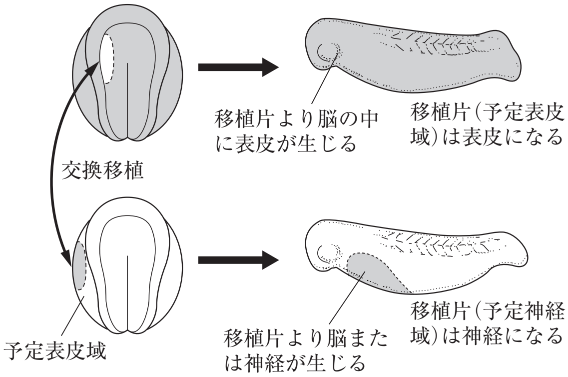
■誘導

◆シュペーマンの実験

・初期原腸胚での交換移植

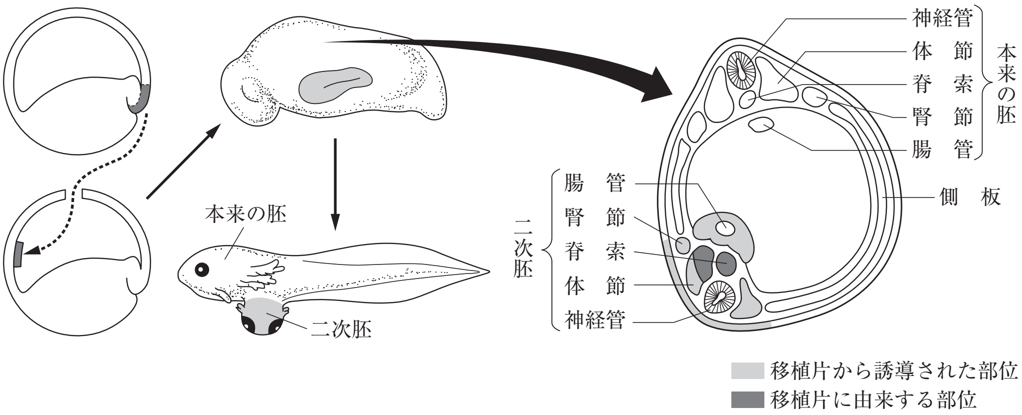


・初期神経胚での交換移植



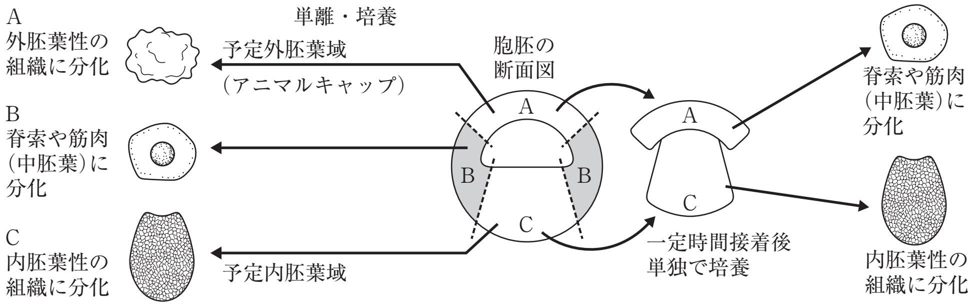
誘導　→　他の組織に作用して，新しい組織を形成する作用

・形成体の移植による二次胚の誘導　形成体　→　誘導作用を持つ部位

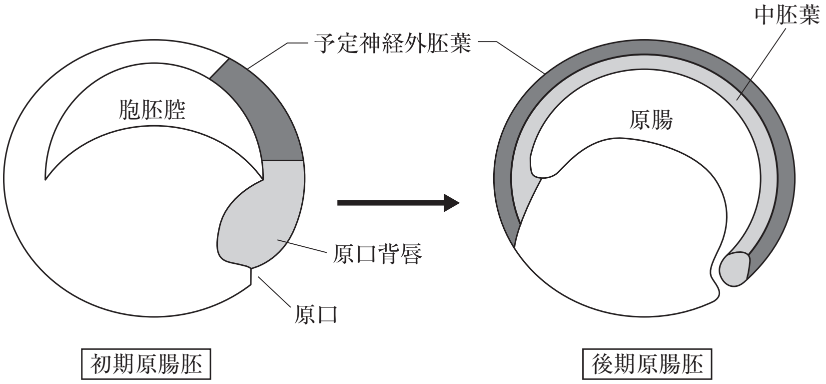


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆中胚葉誘導

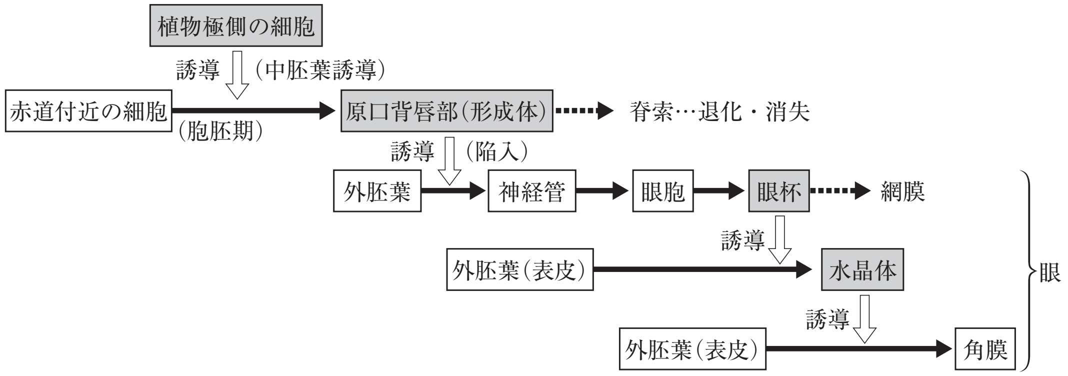


◆神経誘導

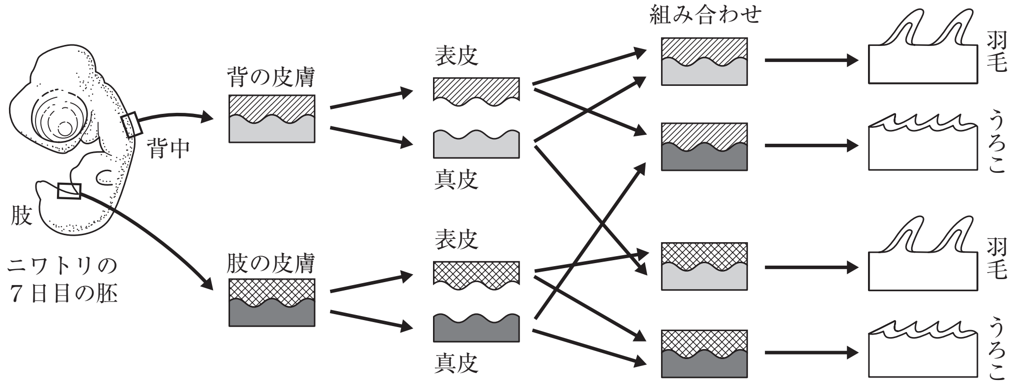


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆眼の形成



◆ニワトリの上皮の分化



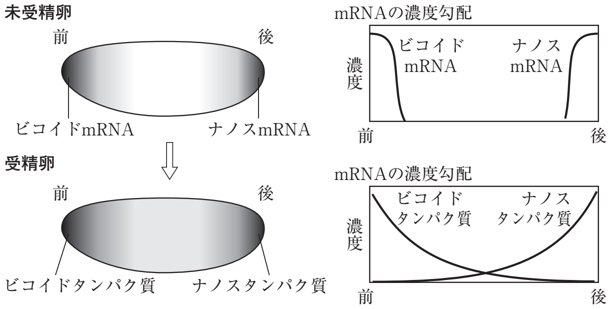
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■発生に関わる遺伝子

◆母性効果遺伝子

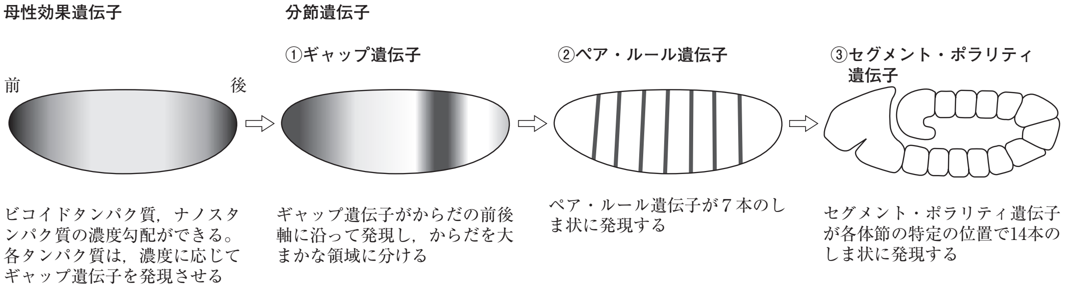
…卵内で発現し，そのmRNAは卵内に局在している。受精後にmRNAは翻訳されてタンパク質がつくられるが，その過程でタンパク質が拡散し濃度勾配が生じる。これが卵における相対的な位置情報となり，他の遺伝子の発現を調節することにより胚の前後軸の決定に寄与する。

ex　ビコイド遺伝子，ナノス遺伝子



・発現される遺伝子の階層

母性因子　→　ギャップ遺伝子群　→　ペアルール遺伝子群　→　セグメントポラリティ遺伝子群



◆ホメオティック遺伝子群

…ペアルール遺伝子群やセグメントポラリティ遺伝子群によって発現が調節される，体節構造の形成に関与する調節遺伝子群。これらに変異が起こると，触角や脚などの構造が別の構造に置き換わるようなホメオティック突然変異が起こる。ショウジョウバエ以外の動物にもホメオティック遺伝子群と相同な遺伝子群が見つかっており，総称してHox遺伝子と呼ばれる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　演習問題

(I)　消化器官の分化の実験に関する以下の記述を読み，問１～３に答えなさい。

消化器官の形成には，組織間の相互作用が重要である。胚の消化管は，上皮と間充織からなっている。ニワトリの場合，胃は前胃と砂のうという２つの別々な器官からできている。前胃では上皮が間充織内に陥入して，やがて，前胃腺を形成する（前胃腺は上皮細胞のみに由来する）。この腺は消化酵素の前駆体であるペプシノゲンを分泌する。一方，砂のうの上皮は，分化すると丈の高い細胞になり，ペプシノゲンは分泌しない。また，小腸の上皮は，分化して絨毛上皮を形成する。ニワトリの胚を観察すると，６日胚では，消化管の上皮に分化は見られないが，10日胚になると上皮に特徴が現れはじめる。そこで，消化器官における部域性の成立のしくみを知るために，ニワトリ胚の消化管上皮と間充織を用いて以下の実験を行った。

〔実験〕

①　ニワトリの６日胚から前胃，砂のう，小腸を切り出し，それぞれから上皮と間充織を分離した。

②　いろいろな組み合わせで間充織の上に上皮を乗せて，再結合し，培養した。

③　９日間培養した後，再結合体を回収して，顕微鏡で上皮の形態を観察するとともに，ペプシノゲンが分泌されているかどうかを調べた。

〔結果〕　９日後の上皮の形態を表１に，ペプシノゲンの分泌を表２に示した。

表１　上皮の形態

間充織＼上皮	前胃由来	砂のう由来	小腸由来
前胃由来	腺形成	腺形成	腺形成
砂のう由来	丈の高い細胞	丈の高い細胞	丈の高い細胞

表２　ペプシノゲンの分泌

間充織＼上皮	前胃由来	砂のう由来	小腸由来
前胃由来	分泌する	分泌する	分泌しない
砂のう由来	分泌しない	分泌しない	分泌しない

問１　下線部の上皮と間充織は何に由来するか。最も適切なものを，それぞれ１つずつ選び，番号で答えなさい。

①　外胚葉　　②　中胚葉　　③　内胚葉

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　実験①では，どんな点に最も注意する必要があるか，次の中から１つ選び，番号で答えなさい。

① 上皮に存在する腺を，傷つけないように分離すること
② 上皮に存在する神経を，傷つけないように分離すること
③ 上皮に存在する血管を，傷つけないように分離すること
④ 上皮と間充織を完全に分離し，たがいに他の組織の細胞が混ざり合わないようにすること。
⑤ 前胃と砂のうに特徴的な上皮が分化していることを，注意深く確認すること。

問３　この実験の結果についての説明として，最も適切なものを次の中から２つ選び，番号で答えなさい。

① ６日胚の砂のう上皮は，分化の方向が完全に決定されている。
② ６日胚の前胃上皮は，本来の発生運命を変更することができない。
③ 上皮からの誘導により，間充織が分化する。
④ 形態的には分化した上皮が，機能的にも分化しているとは限らない。
⑤ 接触している間充織の誘導により，上皮の一部が間充織に分化する。
⑥ 砂のうの間充織は，前胃腺形成とペプシノゲン産生細胞への分化を抑える。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　確認テスト

ニワトリの初期発生に関する文(1)と(2)を読み，以下の問いに答えよ。

(1)

図１のＡ～Ｄはニワトリ胚の初期発生を，時間を追って観察したときの模式図である。左側の図は動物極側を上から見た様子で，右側の図はその断面を拡大した時の様子である。

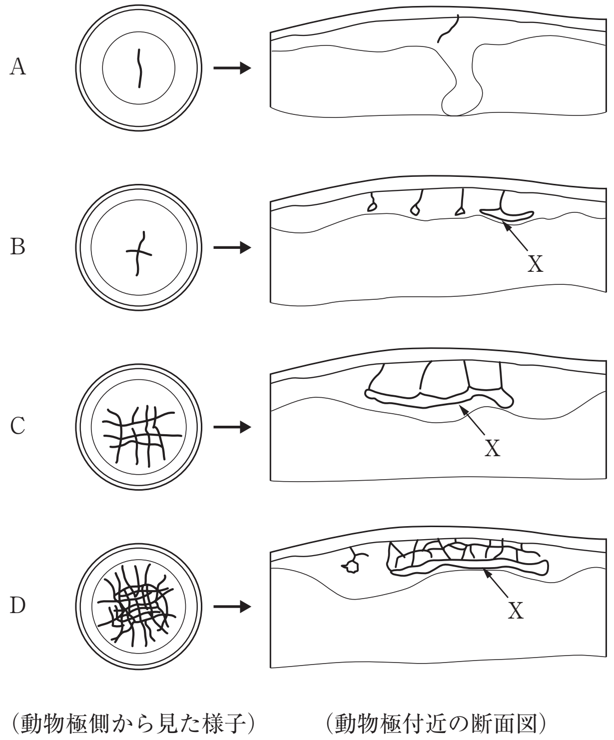


図１　ニワトリの初期発生

問１　ニワトリの初期発生に見られる卵割形式を何というか。①～④の中から１つ選んで番号を答えよ。

①　等割　　②　不等割　　③　盤割　　④　表割

問２　発生が進むに従って，図中Ｘのような将来胸腔や腹腔になる腔所が生じてきた。この腔所を何というか。①～⑤の中から１つ選んで番号を答えよ。

①　卵割腔（胞胚腔）　②　原腸　③　消化管　④　神経管　⑤　脳胞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　ニワトリの卵割に関する説明のうち正しいのはどれか。①～④の中から１つ選んで番号を答えよ。

①　卵黄量が少なく均一に分布しているため，受精卵の一部のみで卵割がおこる。

②　原形質が多いために卵割の速さが遅く，受精卵全体に卵割がおこるまでに時間がかかる。

③　受精卵が大きいため，受精卵全体に卵割が完了するまでに時間がかかる。

④　受精卵に占める原形質の割合が小さいため，受精卵の一部のみで卵割がおこる。

(2)

ニワトリ胚の皮膚は，表面の表皮とその内側にある真皮から構成されている。初期発生では，表皮が変化して羽毛やうろこができる。羽毛とうろこのどちらになるのかは，体の部分によって決まっていて，背中の部分に羽毛が，足の部分にうろこができる。また，分化の時期にも違いがあり，羽毛の方がうろこより早い時期にできる。このニワトリ胚の皮膚を利用して，動物組織の分化のしくみについて調べることができる。

問４　ニワトリ胚の皮膚を材料に以下のような実験を行った。この実験の結果からわかる事柄として正しいものはａ～ｅのうちどれか。正しい組合せを①～⑩の中から１つ選んで番号を答えよ。

〔実験〕

図２に示すように，受精卵をふ卵器で温め始めてから５および８日目胚の背中と，10，13および15日目胚の足から，それぞれ皮膚の原基を切り出した。この皮膚組織を表皮と真皮に分離したあと，いろいろな組合せで重ね合わせてから数日間培養した。

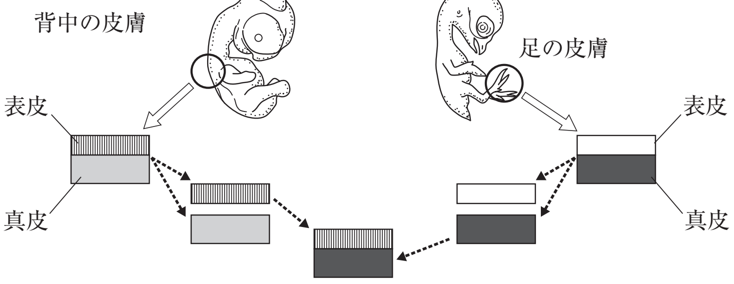


図２　ニワトリの胚の表皮と真皮の実験

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔結果〕

培養後に表皮が羽毛またはうろこのどちらに変化したかを観察し，その結果を表１にまとめた。背中の表皮と背中の真皮同士を重ねたときは，常に羽毛ができ，また足の表皮と足の真皮の組合せの場合は，常にうろこができた。この結果は，胚の日齢（日数）に関係なかった。

表１　実験結果のまとめ

		背中の表皮	
		５日目胚	８日目胚
足の真皮	10日目胚	羽毛	羽毛
	13日目胚	うろこ	羽毛
	15日目胚	うろこ	羽毛

a　背中の表皮が羽毛とうろこのどちらに分化するかは，真皮のみによって決定される。
b　背中の表皮が羽毛とうろこのどちらに分化するかは，表皮のみによって決定される。
c　背中の表皮（５日目胚）は，真皮の影響を受け，羽毛やうろこのいずれにも分化できる。
d　背中の表皮（８日目胚）は，真皮の影響を受け，羽毛やうろこのいずれにも分化できる。
e　足の真皮（13日目以降）は，表皮をうろこに分化させる能力を持つ。

①　a b　②　a c　③　a d　④　a e
⑤　b c　⑥　b d　⑦　b e　⑧　c d
⑨　c e　⑩　d e

©RECRUIT HOLDINGS

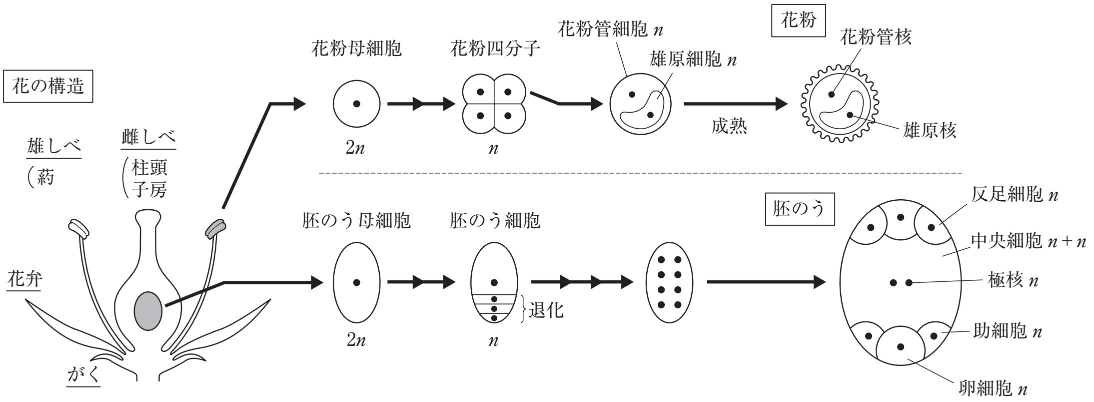
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

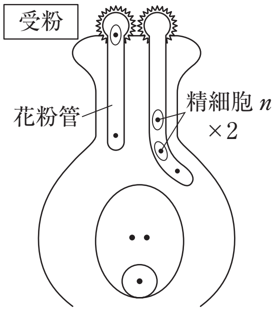
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第13講　植物の配偶子形成と器官形成

■植物の配偶子形成



■重複受精



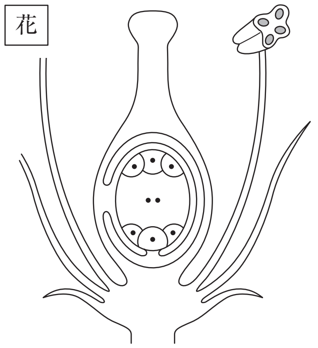
・成熟した花粉が柱頭に付着（受粉）すると，花粉管が伸長
・雄原細胞が体細胞分裂し，２つの精細胞へ
・２つの精細胞は各々，卵細胞，中央細胞と受精（重複受精）

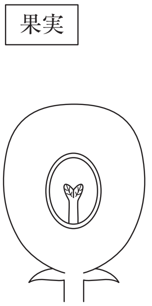
卵細胞 (n) ＋ 精細胞 (n) ⟶ 受精卵 $(2n)$ ⟶ 胚
中央細胞 $(n+n)$ ＋ 精細胞 (n) ⟶ 胚乳細胞 $(3n)$ ⟶ 胚乳

◆受精後の変化

子房	果実
子房壁	果皮
胚珠	種子
珠皮	種皮
胚のう	×
卵細胞	胚
中央細胞	胚乳

⇨

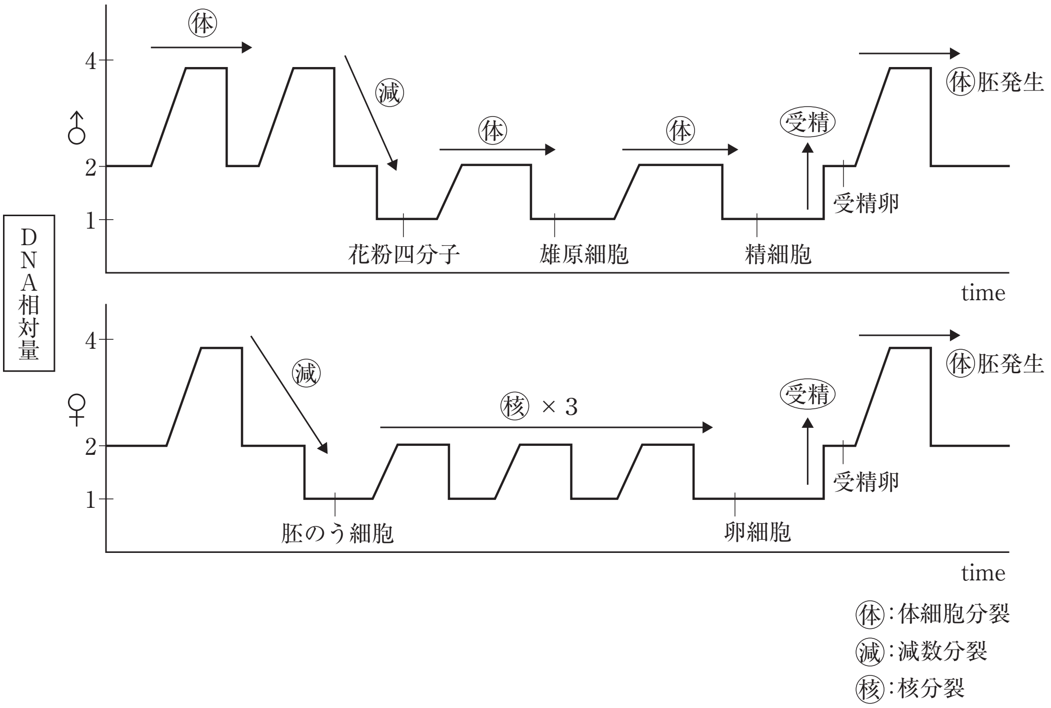




・有胚乳種子　…　胚乳に養分を蓄積　　ex 単子葉類，カキ，ゴマ
・無胚乳種子　…　胚乳を分解，吸収，子葉に養分蓄積　　ex マメ科，クリ，アブラナ

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■植物の配偶子形成と受精のDNA量変化



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■植物の器官形成

…　栄養器官　根，茎，葉

　　生殖器官　花

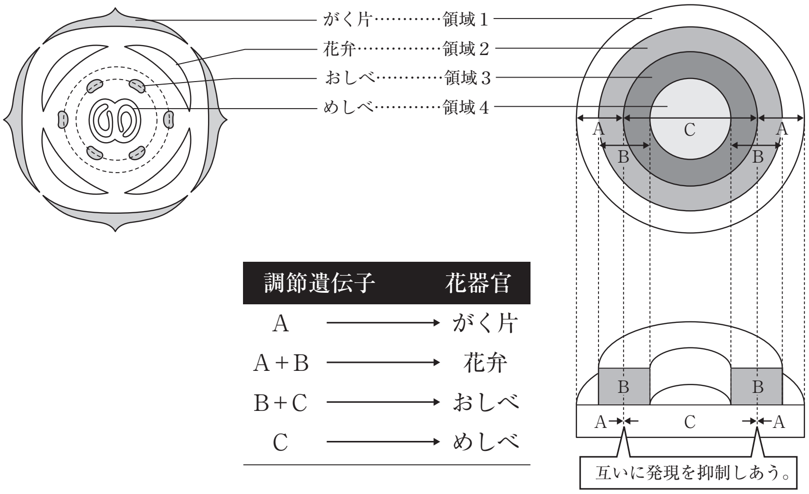
- 分裂組織
  - 頂端分裂組織（茎頂分裂組織，根端分裂組織）…伸長成長
  - 形成層　…肥大成長
- 分化した組織（永久組織）

組織系

組織系		組織	例
表皮系	…	表皮組織	表皮細胞，孔辺細胞，根毛
維管束系	…	通道組織	師管，伴細胞
		柔組織	師部柔組織，木部柔組織
		機械組織	道管，仮道管
基本組織系	…	柔組織	柵状組織，海綿状組織，葉肉細胞
		機械組織	厚角組織，厚壁組織

◆花芽形成のABCモデル

…花は，外側から内側に向かって，がく片，花弁，雄しべ，雌しべの４つの花器官が同心円状に配置して構成される。この構造は，A,B,Cの３つの調節遺伝子が部位特異的に発現し，相互に作用しながら働くことで形成される。



調節遺伝子	花器官
A ⟶	がく片
A＋B ⟶	花弁
B＋C ⟶	おしべ
C ⟶	めしべ

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第13講　演習問題

次の文章1と文章2を読み，以下の問1～5に答えよ

文章1　図1はシロイヌナズナの花を縦切りにした模式図で，外側からがく，花弁，おしべ，めしべが順に配列している。おしべの先端には花粉を形成する葯があり，めしべは花粉を受ける柱頭，胚珠を形成する子房などから構成されている。なお，以下の問いにおいて体細胞の持つ染色体の数を$2n$とする。

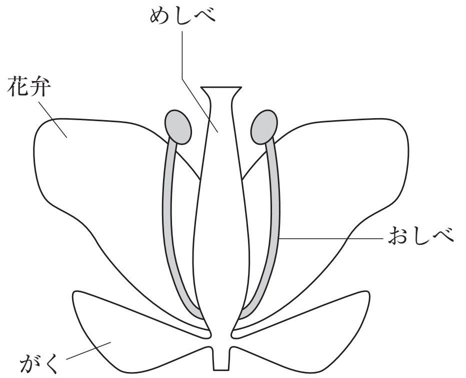


図1

問1　被子植物の花粉形成および受粉に関する記述として正しいものをa)～e)のうちから全て選べ。ただし，正しいものがない場合はf)とせよ。

a)　花粉母細胞が分裂し核相$2n$の花粉四分子が作られる。

b)　花粉四分子から減数分裂で核相nの花粉管核が作られる。

c)　花粉管核が分裂し核相nの雄原細胞と核相nの花粉管細胞が作られる。

d)　雄原細胞は細胞分裂し核相nの精細胞が2つ作られる。

e)　受粉すると2つの精細胞は花粉管の中を通って胚珠へと運ばれる。

問2　被子植物の胚珠内で見られる卵細胞形成に関する記述として正しいものをa)～e)のうちから全て選べ。ただし，正しいものがない場合はf)とせよ。

a)　胚のう母細胞が分裂し核相$2n$の胚のう細胞が4つ作られる。

b)　胚のう細胞は3回の核分裂を繰り返し，8つの核を持つ胚のうとなる。

c)　胚のうの珠孔側には核相nの反足細胞が3つ作られる。

d)　胚のうの中央には核相$2n$の極核が作られる。

e)　胚のう内には反足細胞，極核の他に2つの助細胞と1つの卵細胞が作られる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

文章2　図2は花器官の形成に関するABCモデルを表したものである。上から見た花の構造を1～4の領域に分け，それぞれの領域で機能する遺伝子，およびそれぞれの領域で作られる花の部位を示している。ここで示すように，花の各部位が特定の遺伝子によって決められていることは，表1に示すように，ある特定の遺伝子に異常が見られる個体の形質を解析することで明らかにされた。ただし，AとCは互いにその機能を抑制し合い，領域を争う関係にある。

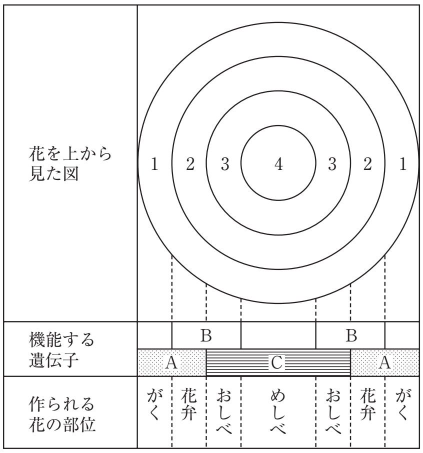


図2

表1

	領域			
	1	2	3	4
Aに異常がある	めしべ	おしべ	おしべ	めしべ
Bに異常がある	がく	がく	めしべ	めしべ
Cに異常がある	がく	花弁	花弁	がく
AとCに異常がある	葉	花弁	おしべ	葉

問3　表1で示すように，個体の一部が別の器官に置き換わるような突然変異を引きおこす遺伝子の総称を何というか。適切な語をa)～e)のうちから選べ。ただし，適切なものがない場合はf)とせよ。

a)　トランスジェニック遺伝子　　b)　ホメオスタシス遺伝子
c)　ホメオティック遺伝子　　d)　フィードバック遺伝子
e)　アポトーシス遺伝子

問4　B,Cの遺伝子の両方に異常がある場合,どのような器官が形成されると考えられるか。最も適切なものをa)～e)のうちから選べ。

a)　がくのみからなる器官　　b)　花弁のみからなる器官
c)　おしべのみからなる器官　　d)　めしべのみからなる器官
e)　葉のみからなる器官

問5　A，B，Cの全ての遺伝子に異常がある場合，どのような器官が形成されると考えられるか。最も適切なものをa)～e)のうちから選べ。

a)　がくのみからなる器官　　b)　花弁のみからなる器官
c)　おしべのみからなる器官　　d)　めしべのみからなる器官
e)　葉のみからなる器官

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第13講　確認テスト

問　図１は被子植物において，母細胞１個からの配偶子形成に伴う核１個当たりのDNA量（相対値）の変化の様子を示したものである。Aおよびaは母細胞の状態を，Rおよびmは配偶子の状態にあることを示している。

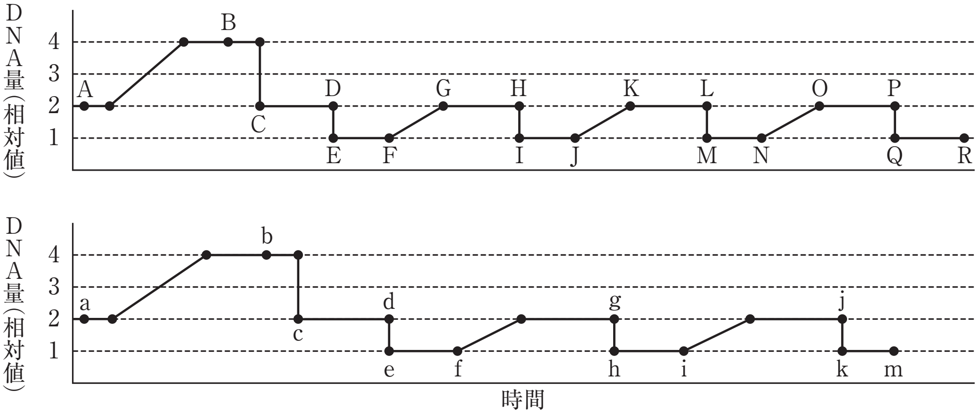


図１　DNA量の変化

１．以下の状態での細胞名としてもっとも適切なものをそれぞれ答えなさい。

⑴　A　　⑵　a　　⑶　F　　⑷　i

①　花粉管細胞　②　花粉四分子　③　花粉母細胞　④　助細胞
⑤　精細胞　⑥　中央細胞　⑦　胚のう細胞　⑧　胚のう母細胞
⑨　反足細胞　⑩　卵細胞　⑪　雄原細胞

２．減数分裂第２分裂の分裂期のすべての過程を含むものとしてもっとも適切なものを答えなさい。

①　BからCまで　②　BからDまで
③　CからFまで　④　DからFまで
⑤　HからJまで　⑥　PからRまで

３．母細胞１個から形成される雄性配偶子数と雌性配偶子数としてもっとも適切なものをそれぞれ答えなさい。

①　1　②　2　③　3　④　4
⑤　5　⑥　6　⑦　7　⑧　8
⑨　9　⑩　10　⑪　11　⑫　12

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

４．被子植物に特徴的に見られる受精について適切な記述を２つ答えなさい。

① 助細胞と雄原細胞が受精し，核相が $2n$ の細胞が形成される。
② 助細胞と雄原細胞が受精し，核相が $3n$ の細胞が形成される。
③ 助細胞と精細胞が受精し，核相が $2n$ の細胞が形成される。
④ 助細胞と精細胞が受精し，核相が $3n$ の細胞が形成される。
⑤ 卵細胞と雄原細胞が受精し，核相が $2n$ の細胞が形成される。
⑥ 卵細胞と雄原細胞が受精し，核相が $3n$ の細胞が形成される。
⑦ 卵細胞と精細胞が受精し，核相が $2n$ の細胞が形成される。
⑧ 卵細胞と精細胞が受精し，核相が $3n$ の細胞が形成される。
⑨ 中央細胞と雄原細胞が受精し，核相が $2n$ の細胞が形成される。
⑩ 中央細胞と雄原細胞が受精し，核相が $3n$ の細胞が形成される。
⑪ 中央細胞と精細胞が受精し，核相が $2n$ の細胞が形成される。
⑫ 中央細胞と精細胞が受精し，核相が $3n$ の細胞が形成される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３章　代謝

第14講　異化：発酵

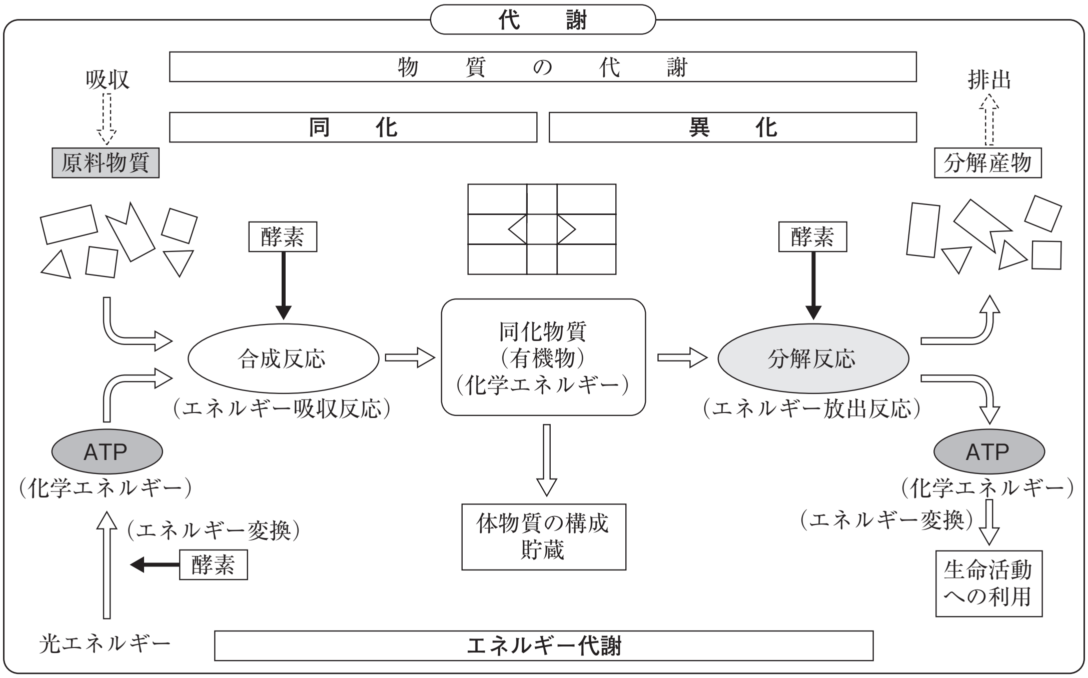
■代謝

◆代謝とエネルギー代謝

代謝　…　生体内における化学反応全般

“エネルギー代謝”
…物質代謝に伴う
エネルギーの流入出

異化 …分解反応　ex　呼吸
同化 …合成反応　ex　光合成

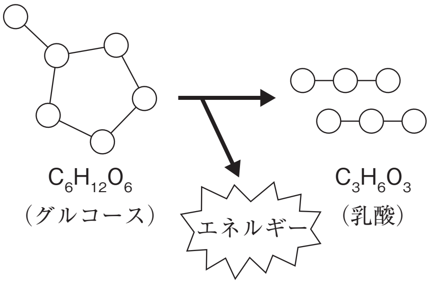


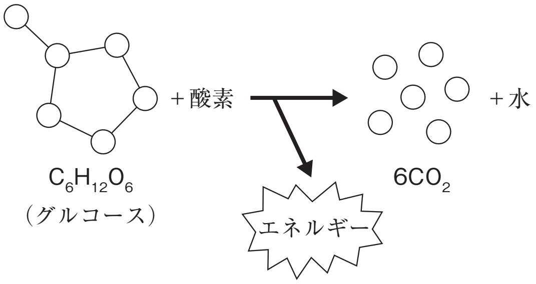
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆異化　…　発酵と呼吸

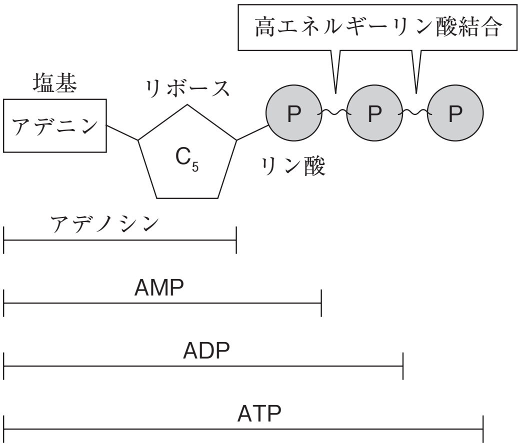
発酵（嫌気呼吸）　…
- 酸素を用いない原始的な異化反応
- 産物は依然として有機物となる。
  ex　乳酸発酵
  　　アルコール発酵

呼吸（好気呼吸）　…
- 酸素を用いた異化反応
- ミトコンドリア内で進行し，効率的にATP合成
- 有機物は二酸化炭素と水にまで分解される。
- 解糖系，クエン酸回路，電子伝達系の３過程に分かれる。

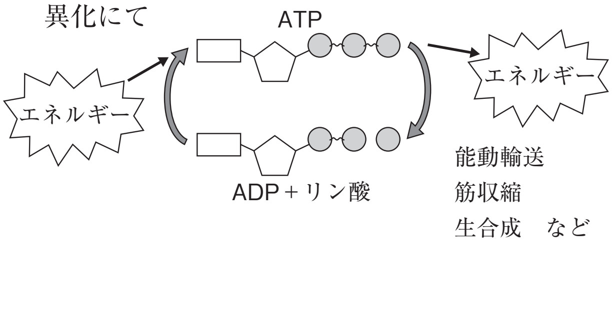




◆ATP



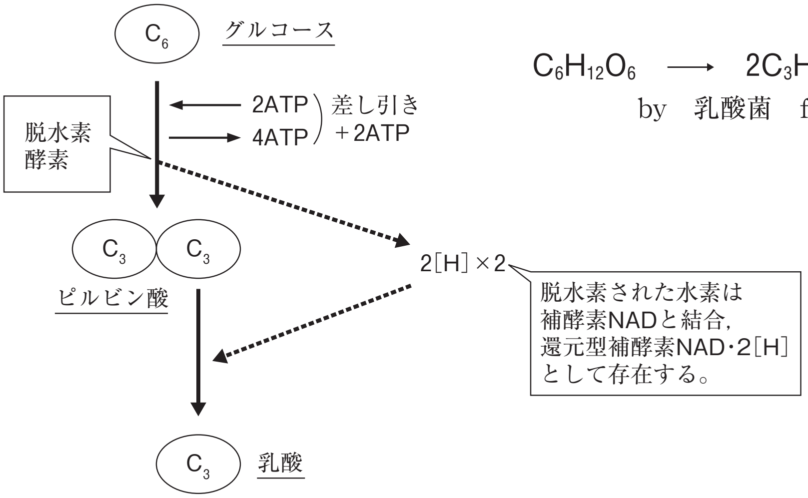
- 異化によって生じたエネルギーをリン酸間の化学エネルギーとして保存。
- ATP →ADP＋リン酸 に分解される時に，エネルギーを放出，様々な化学反応に利用される。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■発酵

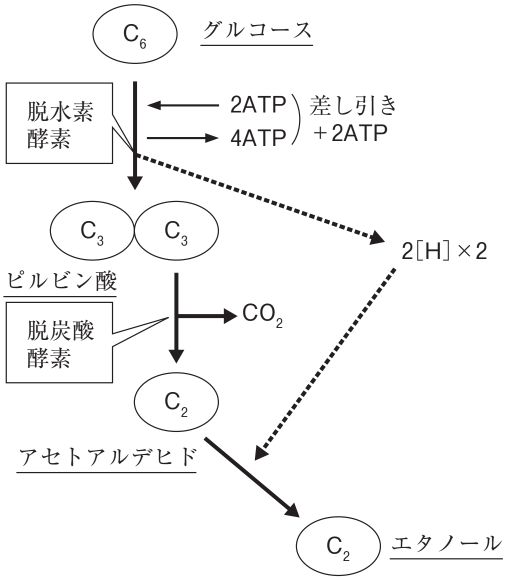
◆乳酸発酵



$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_3H_6O_3 + 2ATP$

by　乳酸菌　for ヨーグルト，漬物

◆アルコール発酵



$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$

by　酵母菌　　for　酒，パン

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　演習問題

細胞呼吸に関する次の文章を読み，問1～6に答えよ。

生物は，体内に取り込んだ有機物（呼吸基質）を分解し，生命活動のためのエネルギーを得ている。この過程を呼吸と言い，呼吸は好気呼吸と嫌気呼吸に分けられる。

好気呼吸では酸素を利用して呼吸基質を無機物にまで分解する。グルコースを呼吸基質とする場合，呼吸の全過程は解糖系，クエン酸回路，それに続く電子伝達系に分けられる。

一方，嫌気呼吸では呼吸基質の分解に酸素を使わないので，基質を完全に無機物にまで分解できず，(a)好気呼吸に比べると生じるエネルギーは，はるかに少ない。図1に示す酵母などの行う(b)アルコール発酵，乳酸菌が行う乳酸発酵などは嫌気呼吸にあたる。動物の筋肉で急激な運動により一時的な酸素不足が生じる場合には嫌気呼吸が起こる。この過程は（　イ　）と呼ばれ，筋肉中の（　ロ　）が基質として利用され，その代謝物として乳酸ができる。

どちらの呼吸においても生命活動のためのエネルギーはATPのかたちで蓄えられる。このATPがADPとリン酸に加水分解されるときに大きなエネルギーが生じ，生命活動に利用される。

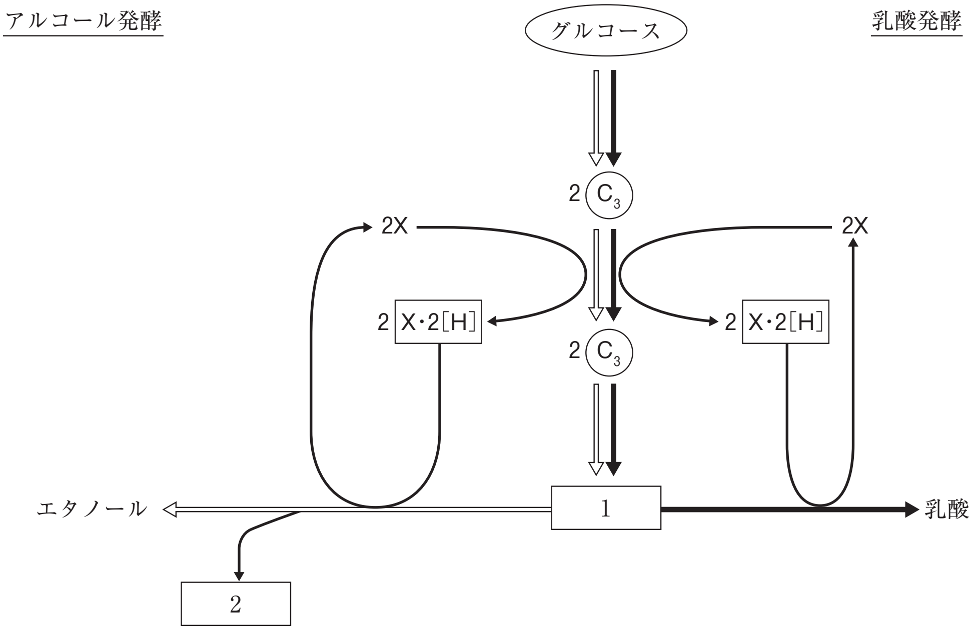


図1

問1　文中の（　イ　）と（　ロ　）に適切な語句を記入せよ。

問2　図1の空欄［ 1 ］と［ 2 ］に当てはまる化合物名を記入せよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　図１の物質Xは，酵素の活性部位に結合する酵素活性に必要な低分子の有機物質である。これを一般に何と呼ぶか。

問４　図１のアルコール発酵や乳酸発酵でグルコース１分子からつくり出されるATPの正味の分子の数はいくつか。

問５　下線部(a)に関してグルコースを呼吸基質とした場合，呼吸のATP産生量は発酵のそれの正味何倍になるか。

問６　下線部(b)に関して，充分な量のグルコースを含む培養液に酵母を加え，嫌気的条件下で一定時間培養した。この時，培養液中に生成されたエタノールは138gであった。消費されたグルコースは何gか計算し，小数点以下は四捨五入して記せ。ただし，グルコースの分子量は180，エタノールの分子量は46として計算せよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　確認テスト

次の条件に従って各問に答えよ。

条件１　360gのグルコースがアルコール発酵によって全部分解された。

条件２　原子量が必要な場合は，次の値を用いなさい。

H＝1.0　　　　C＝12.0　　　　O＝16.0

条件３　気体1molの体積は22.4Lとし，ADPからATPをつくるのに必要なエネルギーをATP 1 mol当たり30kJとする。

条件４　解答は小数第２位を四捨五入して小数第１位まで求めること。

問１　文章中の下線部は図に示す構造をもつ化合物である。次の⑴と⑵の問いに答えよ。

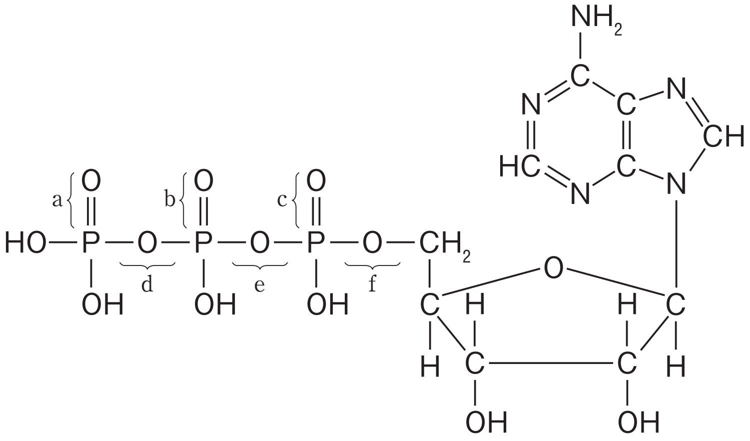


図　ATPの構造

⑴　この化合物の名称として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから１つ選べ。

①　アデノシン二リン酸　　②　シチジン二リン酸

③　グアノシン二リン酸　　④　アデノシン三リン酸

⑤　シチジン三リン酸　　⑥　グアノシン三リン酸

⑵　文章中の下線部が持つ高エネルギーリン酸結合は，図中のa～fで示される結合のうちどれか。最も適当なものを次の①～⑥のうちから2つ選べ。

①　a　　②　b　　③　c　　④　d

⑤　e　　⑥　f

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　次の発酵の反応式を完成させなさい。ただし，選択肢の語はア・イの順に示してある。

$C_6H_{12}O_6$ ⟶ [ア] ＋ [イ] ＋ 234kJ

①　$2C_2H_3OH$・$2CO_2$　　②　$2C_2H_3OH$・CO_2
③　$2C_2H_4OH$・CO_2　　④　$2C_2H_4OH$・$2CO_2$
⑤　$2C_2H_5OH$・$2CO_2$　　⑥　$2C_2H_5OH$・CO_2

問３　生成されたアルコールは何ｇか。

①　88　②　90　③　92　④　176
⑤　180　⑥　184

問４　生成されたATPは何molか。

①　1　②　2　③　3　④　4
⑤　5　⑥　6

問５　発生した二酸化炭素は何Ｌか。

①　22.4　②　44.8　③　67.2　④　89.6
⑤　112　⑥　134.4

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

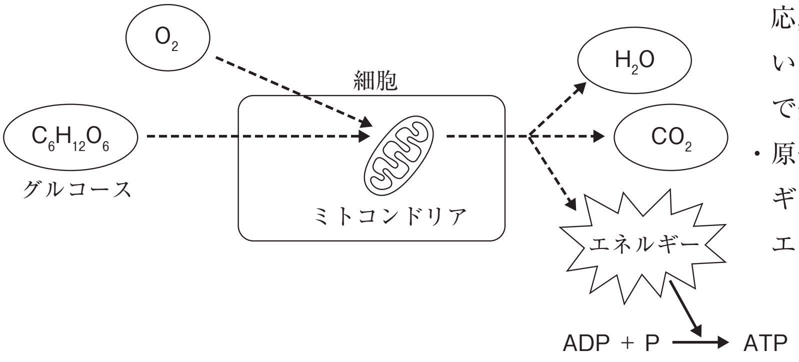
＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　異化：呼吸

■呼吸

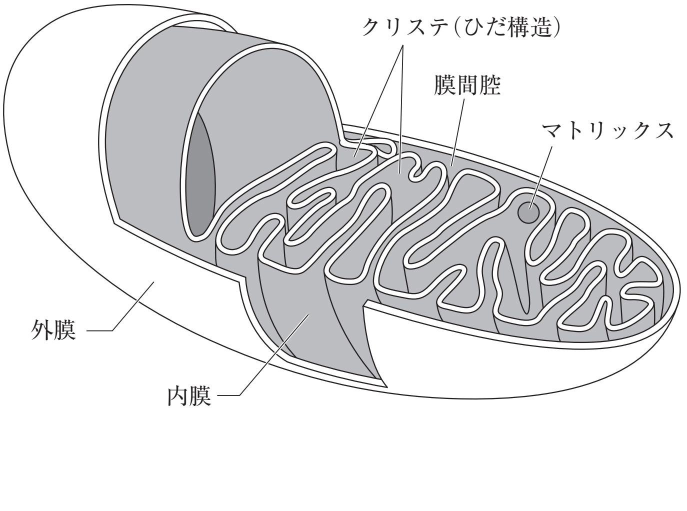


・大局的には有機物の燃焼反応，反応性の高い酸素を用いて，有機物を無機物にまで分解する。

・原子の結合間の化学エネルギーの一部がATPの化学エネルギーに変換される。

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$$

◆ミトコンドリア

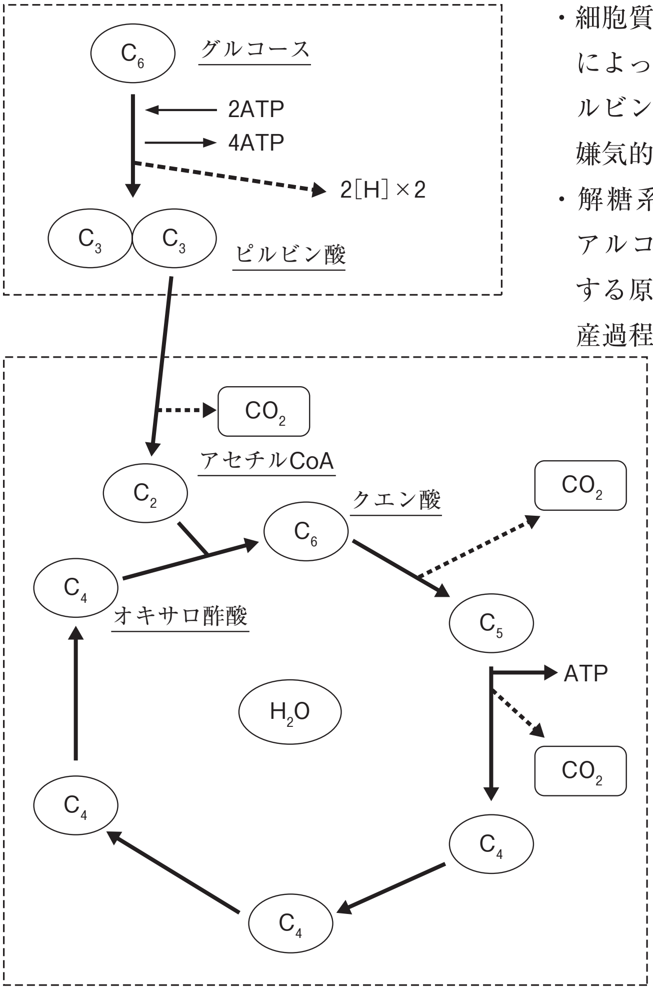


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆呼吸の過程

解糖系
at 細胞質基質

クエン酸回路
at ミトコンドリア
マトリックス



・細胞質基質に存在する酵素によって，グルコースがピルビン酸にまで分解される嫌気的過程。

・解糖系は発酵（乳酸発酵，アルコール発酵）にも共通する原始的なエネルギー生産過程である。

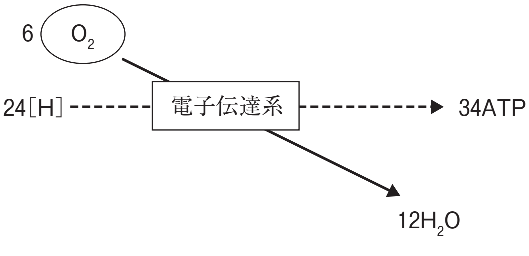
・クエン酸回路が進行する過程で，水素が連鎖的に奪われる（脱水素）ことで基質が段階的に酸化されていく。

・奪われた水素は補酵素と結合して電子伝達系に運ばれる。

ピルビン酸１分子から
- ATP　　×
- 〔H〕　　×

グルコース１分子から
- ATP　　×
- 〔H〕　　×

電子伝達系
at ミトコンドリア
内膜（クリステ）



・電子伝達系にて，還元型補酵素が酸素によって酸化され，酸化型補酵素に戻る。

・その過程で，水素（電子）が持っているエネルギーからATPが合成される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆化学反応式

・解糖系

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_3H_4O_3 + 4[H] + 2ATP$$

・クエン酸回路

$$(C_3H_4O_3 + 3H_2O \longrightarrow 3CO_2 + 10[H] + ATP) \times 2$$

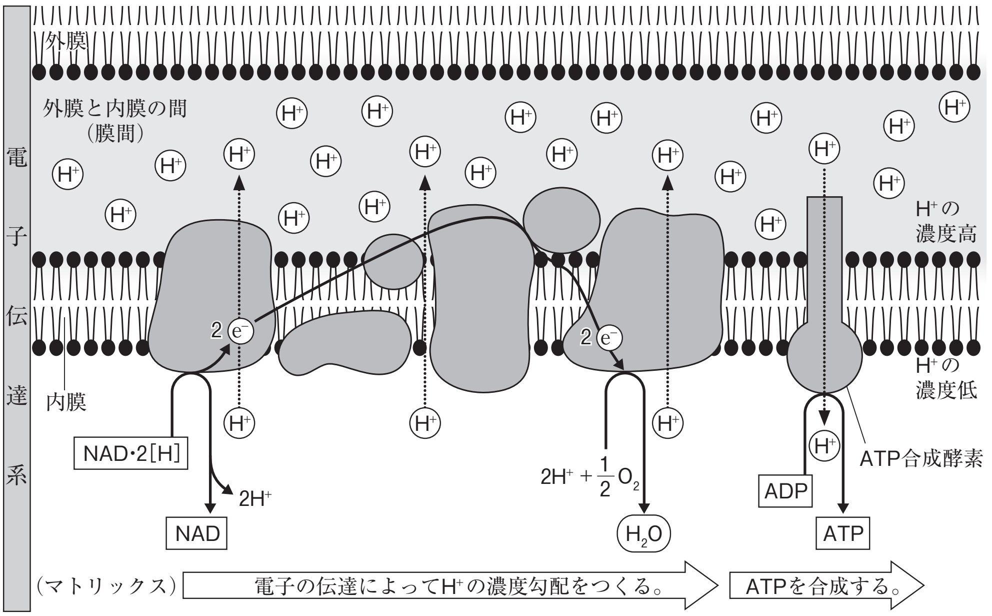
・電子伝達系

$$24[H] + 6O_2 \longrightarrow 12H_2O + 34ATP$$

・呼吸全体

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$$

◆電子伝達系の詳細



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆呼吸商

$$呼吸商=\frac{呼吸で排出されたCO_2}{呼吸で吸収されたO_2}（体積比）$$

・呼吸商から呼吸基質を判断可能

（呼吸基質＝何を呼吸の材料としているか）

呼吸商　＝　1　⟶　呼吸基質　炭水化物（グルコース）
呼吸商　＝　0.8　⟶　呼吸基質　タンパク質
呼吸商　＝　0.7　⟶　呼吸基質　脂肪
呼吸商　＞　1　⟶　発酵と呼吸の併用

ex

走り始め	呼吸商＝1	植食性動物	呼吸商＝1	イネの発芽	呼吸商＝1
有酸素運動時	呼吸商＝0.7	肉食性動物	呼吸商＝0.7〜0.8	ダイズの発芽	呼吸商＝0.8
				ゴマの発芽	呼吸商＝0.7

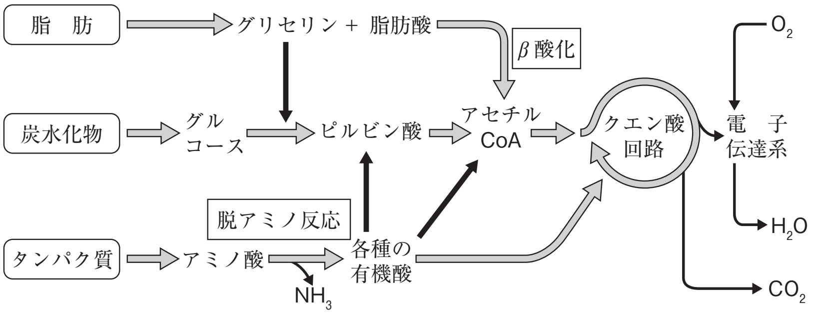
◆その他の呼吸基質

・タンパク質の消化と代謝

…タンパク質は胃液のペプシン，膵液のトリプシン，小腸壁のペプチダーゼによってアミノ酸にまで分解，小腸にて吸収される。アミノ酸が呼吸基質として用いられるときは，まず脱アミノ反応によってアミノ基がアンモニアとして遊離，アンモニアは肝臓で尿素に変換され，腎臓から排出される。アミノ基が取り除かれた他の部分はクエン酸回路で分解され呼吸基質となる。

・脂肪の代謝

…胆汁に含まれる胆汁酸によって脂肪は乳化され，膵液に含まれる消化酵素リパーゼによってグリセリンと脂肪酸に分解される。グリセリンはC_3化合物としてピルビン酸経由で，脂肪酸は端からC_2化合物として切断され，アセチルCoAとしてクエン酸回路に取り込まれる。（β酸化）



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　演習問題

生物体を構成する主な有機物は，炭水化物，脂質，タンパク質，核酸である。生物は有機物を分解することによりエネルギーを得て，生命活動に必要なATPを生成している。このはたらきを呼吸と呼び，多くの酵素が関係している。酸素が少ない環境条件で，有機物を分解してエネルギーを取り出すはたらきを発酵と呼ぶ。その１つに，グルコースからエタノールを生じる反応があり，アルコール発酵と呼ばれる。乳酸発酵もその1つで，どちらの反応も呼吸基質のグルコースはピルビン酸にまで分解される。利用できる酸素が十分ある場合には呼吸を行う。呼吸は3段階に分けられる反応系を経て有機物を無機物にまで分解し，エネルギーを取り出す。呼吸基質が分解されるとき，放出されたCO_2の体積を，吸収されたO_2の体積で割った値を呼吸商と呼ぶ。呼吸基質によって呼吸商の値が異なるので，呼吸商から呼吸基質を推定できる。また，呼吸と発酵の割合を推定することもできる。以下の各問に答えよ。

問１　下線部の3段階に分けられる反応系の名称を反応が進む順に記せ。2番目の反応と3番目の反応に関与する酵素のある場所はミトコンドリアのうちのどこか。図1の記号ア～エから選び，その名称も記せ。

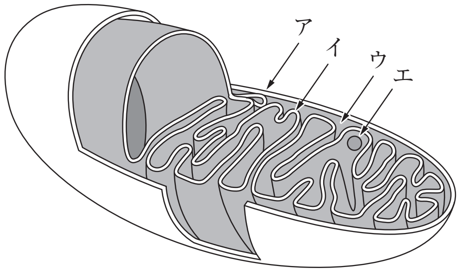


図１

問２　ミトコンドリアが好気性細菌に由来する（共生説）と考えられる根拠を2つ記せ。

問３　トリパルミチン（$C_{51}H_{98}O_6$）とイソロイシン（$C_6H_{13}NO_2$）が呼吸基質として使われたときの化学反応式をそれぞれ記せ。また，それぞれの呼吸商を，小数第3位を四捨五入して小数第2位まで求めよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　等量の発芽種子を入れた図２の装置を２つ用意して，ある植物の種子の呼吸商を求める実験をした。装置1では中央のビーカーに水を，装置2では10％水酸化カリウム溶液を入れ，暗黒下に一定時間置いた後に気体の体積を測定した。その結果，装置１では2.7mL，装置２では，9.0mL減少した。この植物の種子の呼吸商を計算せよ。また，この場合，炭水化物，タンパク質，脂肪のうちどれが呼吸基質として使われたと推定されるか。１つ選び名称を記せ。

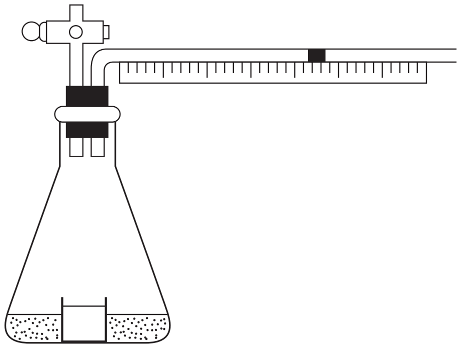


図２

問５　図２と同じ装置を使い，５％のグルコース溶液に酵母菌を加えたものを使って問４と同様に実験したところ，呼吸商は2.5であった。このとき溶液中で進んだと考えられる呼吸と発酵の化学反応式を記せ。反応後，33mgのグルコースが消費されていた。それぞれの反応で消費されたグルコースの量[mg]を求めよ。原子量はＣ＝12，Ｈ＝1，Ｏ＝16として，小数第２位を四捨五入して，小数第１位まで求めよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　確認テスト

呼吸に関する次の文章を読み，下記の問いに答えよ。

細胞の呼吸とは食物を酸化分解し，二酸化炭素や水として排出する現象を指す。この過程で呼吸基質のもつ化学エネルギーはATPとして取り出され，このATPは加水分解によってADPとリン酸になり，エネルギーが放出される。呼吸には呼吸基質をa)酸素を用いずに分解する発酵と，酸素を用いて分解する呼吸がある。発酵と呼吸に共通の代謝過程は［ア］と呼ばれ，グルコースからピルビン酸（C_3分子）を生成する。生じたピルビン酸はその後，発酵においてはアルコール発酵によってC_2分子を生成したり，乳酸発酵によって別のC_3分子に変換されたりする。一方，呼吸ではピルビン酸は［イ］によって二酸化炭素と［H］を生成する。生成した［H］は［ウ］を経て最終的に水として放出される。

問１　本文中の空欄［ア］～［ウ］に入れるのに最も適当なものを，次の①～⑥のうちから１つ選べ。

①　カルビン・ベンソン回路　　②　酢酸発酵
③　クエン酸回路　　④　解糖系
⑤　電子伝達系　　⑥　光化学系

問２　呼吸の３つの経路（［ア］，［イ］，［ウ］）にそれぞれ当てはまる化学反応式を，次の①～⑥のうちから１つずつ選べ。

①　$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_3H_6O_3$
②　$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_3H_4O_3 + 4[H]$
③　$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_6O + 2CO_2$
④　$6CO_2 + 12H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$
⑤　$24[H] + 6O_2 \longrightarrow 12H_2O$
⑥　$2C_3H_4O_3 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 20[H]$

問３　下線部a)に関連して酵母菌は呼吸とアルコール発酵の両方を同時に行うことができる。ある酵母菌が96mgの酸素を吸収し，220mgの二酸化炭素を放出したとする。なお，これらの反応に関与する化学物質の分子量はグルコース（$C_6H_{12}O_6$）：180，二酸化炭素（CO_2）：44，酸素（O_2）：32を用いよ。

(1)　このとき消費したグルコースは何mgか，３桁の整数で答えよ。

(2)　酵母菌が96mgの酸素を吸収し，(1)で消費したグルコースの二倍のグルコース量を消費したとすると，発生した二酸化炭素は何mgか，３桁の整数で答えよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　細胞の呼吸基質と関係する呼吸商についての記述として最も適切なものを選びなさい。

①　ヒトの平均呼吸商は0.74である。

②　ネコの平均呼吸商は0.96である。

③　呼吸商は$\frac{酸素の体積}{二酸化炭素の体積}$で算出される。

④　呼吸商は$\frac{二酸化炭素の重量}{酸素の重量}$で算出される。

⑤　呼吸商が1.0のとき，呼吸の基質はアミノ酸のみである。

⑥　呼吸商が0.7のとき，呼吸の基質は脂質のみである。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　同化：光合成

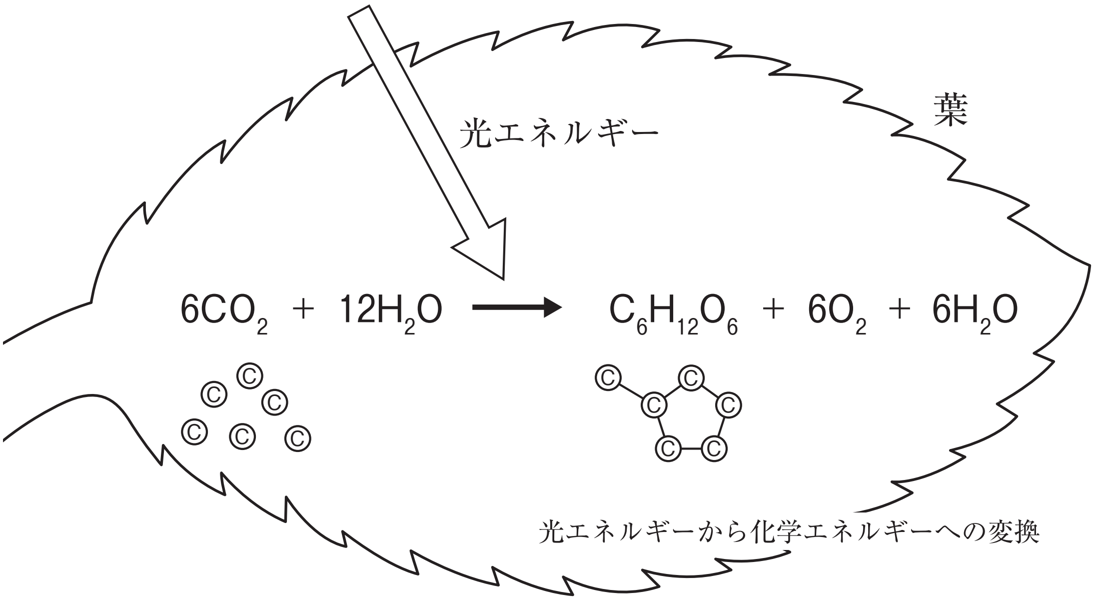
■光合成

…　光エネルギーを用いた炭酸同化

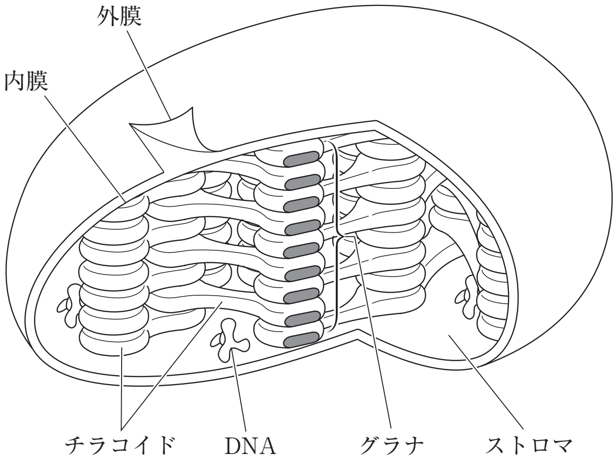
無機炭素から有機炭素の合成

エネルギー

$6CO_2 \longrightarrow C_6H_{12}O_6$



◆葉緑体　…　光合成の場



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆光合成色素

…　光エネルギーの受容

クロロフィル系

・クロロフィルａ　（青緑）　Mg，N含む，全ての植物，藻類が持つ主色素

・クロロフィルｂ　（黄緑）　地上植物と緑藻が持つ補助色素

カロテノイド系

・カロテン（橙）　ex　ニンジン，夕張メロン，マンゴー

・キサントフィル（黄）　ex　黄色パプリカ，イチョウ

フィコビリン系

・フィコエリトリン（紅）　紅藻が持つ

・フィコシアニン（藍）　ラン藻が持つ

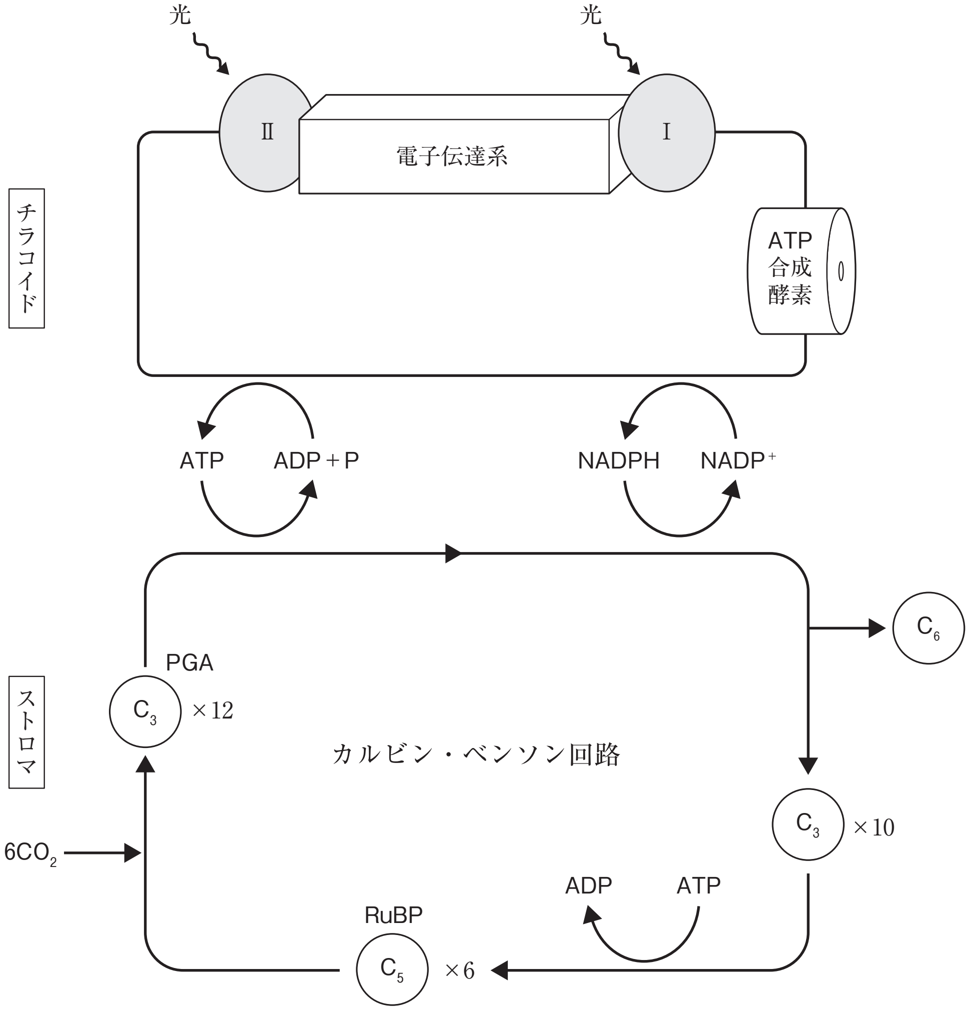
バクテリオクロロフィル　光合成細菌が持つ特殊な光合成色素

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆光合成の過程

（楕円）：光化学系…光合成色素とタンパク質の複合体



チラコイド	ストロマ
①光エネルギーの受容（光化学反応） ②水の分解（酸素，電子，H^+） ③還元型補酵素の生成 ④ATP合成（光リン酸化）	⑤明反応で生成したエネルギーを用いて二酸化炭素を固定

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　演習問題

つぎのA，Bの文を読んで問１～６に答えよ。

A

図１は緑色植物の葉内に見られる葉緑体を，図２はその葉緑体内で行われる光合成の反応過程を模式的に示した図である。

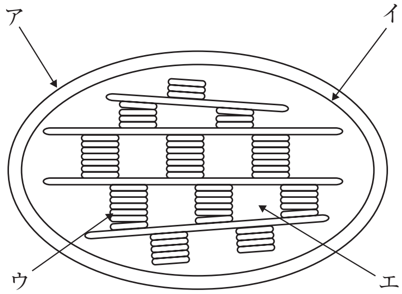


図１

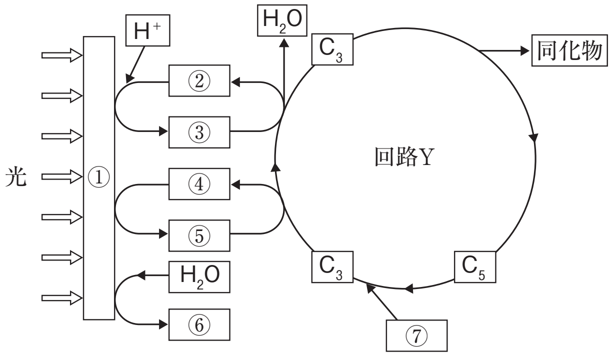


図２

問１　以下の文中の［ a ］～［ d ］に適切な語句を入れよ。

一般の緑色植物では，おもに葉で光合成が行われている。通常，葉は表裏に表皮細胞層があり，その表面には［ a ］層が発達している。葉の内部には光合成を行う組織として［ b ］組織，［ c ］組織がある。［ b ］組織は細胞が密に配列しており，［ c ］組織は細胞間隙が大きい。また，葉には葉緑体を含む２個の孔辺細胞にはさまれた［ d ］も見られる。

問２　図２の①は，図１のア～エのどこで行われているか，記号で答えよ。また，その場所の名称を答えよ。

問３　図２の②～⑦にあてはまる語句を，次のａ～ｉから１つずつ選び，記号で答えよ。

ａ．ADP　　ｂ．ATP
ｃ．X･H_2（還元型補酵素）　　ｄ．X（酸化型補酵素）
ｅ．$C_6H_{12}O_6$　　ｆ．H_2O_2
ｇ．H_2O　　ｈ．O_2　　ｉ．CO_2

問４　図２の回路Ｙの名称を記せ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

B

カルビン・ベンソン回路の反応経路を確認するため，この回路で，CO_2が取り込まれる④直前のC_5化合物（炭素数５の化合物）と，取り込み⑤直後に生じるC_3化合物（炭素数３の化合物）の量が，CO_2濃度や光条件を変えたときにどのように変化するかを調べた。

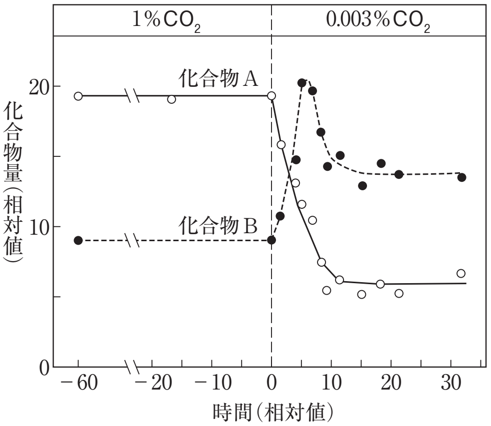


図１　CO_2濃度の切りかえにともなう化合物Aと化合物Bの量的変化

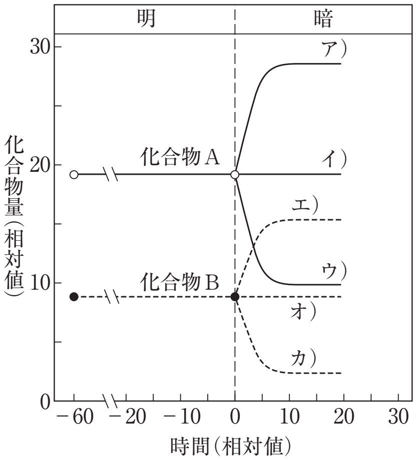


図２　光条件の切りかえにともなう化合物Aと化合物Bの量的変化

問５　十分な光条件のもとで，CO_2濃度だけを１％から0.003％へ変化させ，下線部④のC_5化合物と下線部⑤のC_3化合物の量的変化を調べた。図１の化合物AはC_5化合物，C_3化合物のいずれかを記せ。また，化合物Aとしてその炭素化合物を選んだ理由を100字以内で述べよ。

問６　１％のCO_2濃度は変えずに，光を明条件から暗条件へ切りかえ，図１と同じ化合物Aと化合物Bの量的変化を調べた。暗条件での化合物Aと化合物Bについて予想される変化としてもっとも適切なものを図２の曲線ア）～カ）から１つずつ選び，それぞれ記号で答えよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　確認テスト

葉緑体に関する次の文章を読み，以下の問１～５に答えよ。

文章　緑葉を破砕した後，遠心分離機を用いて細胞分画を行うと，純粋な葉緑体画分を得ることができる。さらに，無傷の葉緑体を注意深く破砕して何回かの遠心分離操作を行うと，葉緑体の内部構造(図１のA，B，C，D)が分離された４つの画分を得ることができる。

いま，その方法を用いてC_3植物の葉緑体より画分Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳを得た。画分Ⅰと画分Ⅱは水溶性，画分Ⅲと画分Ⅳは水に不溶性の画分であり，画分Ⅲは緑色を呈していた。画分Ⅲをさらにクロマトグラフィーで分析すると，緑色の色素以外に，(1)橙色の光合成色素が検出された。また，画分Ⅱでは(2)CO_2を固定する反応回路が働いていることが分かった。

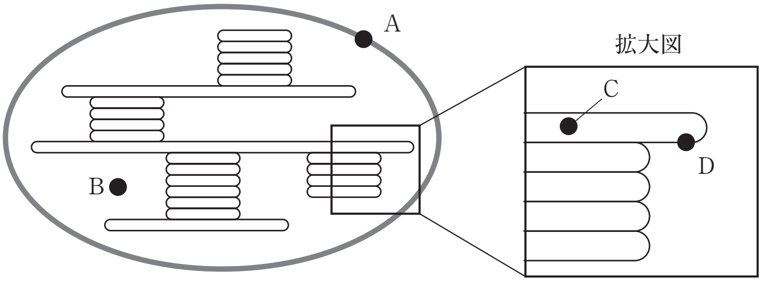


図１

問１　画分Ⅰ～画分Ⅳに分離される構造として正しいものを，それぞれa)～f)のうちから１つずつ選び，画分の番号の欄(Ⅰ～Ⅳ)に答えよ。ただし，正しいものがない場合はg)とせよ。

a)　クリステ　　b)　マトリックス　　c)　チラコイド内腔
d)　ストロマ　　e)　外膜・内膜　　f)　チラコイド膜

問２　画分Ⅰ～画分Ⅳについての記述として適切なものを，それぞれa)～h)のうちから全て選び，画分の番号の欄(Ⅰ～Ⅳ)に答えよ。ただし，適切なものがない場合はi)とせよ。

a)　ATP合成活性がある。　　b)　光エネルギーを吸収する。
c)　この画分の水分子から酸素が生じる。
d)　デンプン合成活性がある。　　e)　アントシアンが存在する。
f)　キサントフィルが存在する。　　g)　補酵素Xを還元する活性がある。
h)　ピルビン酸からリンゴ酸を生成する活性がある。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　下線部(1)が示す物質名として正しいものをa)～f)のうちから１つ選べ。ただし，正しいものがない場合はg)とせよ。

a)　クロロフィルa　　b)　クロロフィルb　　c)　アントシアン
d)　ヘム　　e)　βカロテン　　f)　ルテイン

問４　下線部(1)が示す物質が最も強く吸収する光の波長領域をa)～f)のうちから選べ。

a)　赤色　b)　橙色　c)　黄色　d)　青色　e)　紫色　f)　紫外

問５　光合成の過程を図２に示す。図の①～④に当てはまる物質はどれか。解答欄①～④にそれぞれ答えよ。ただし，選択肢は複数回使用してもよい。

a.　ADP　　b.　ATP　　c.　CO_2　　d.　FAD
e.　H_2O　　f.　NAD　　g.　NADP　　h.　O_2

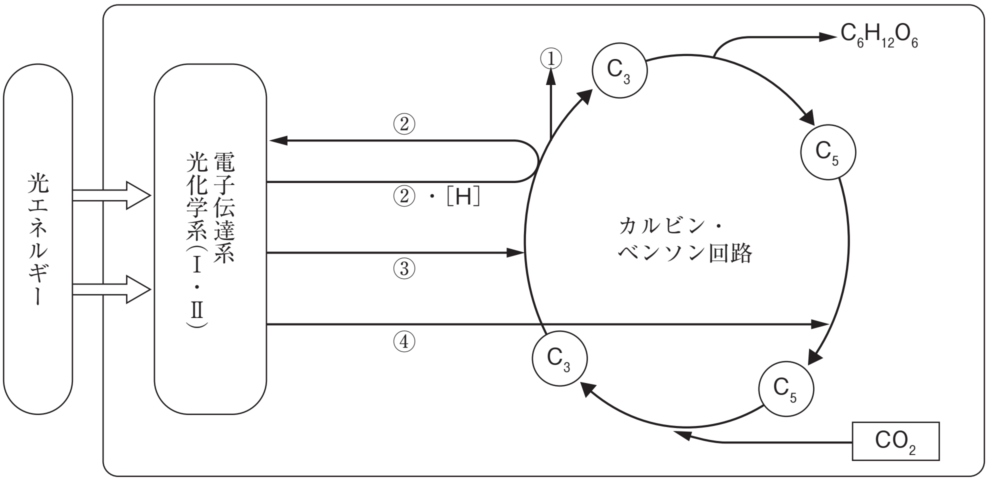


図２

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

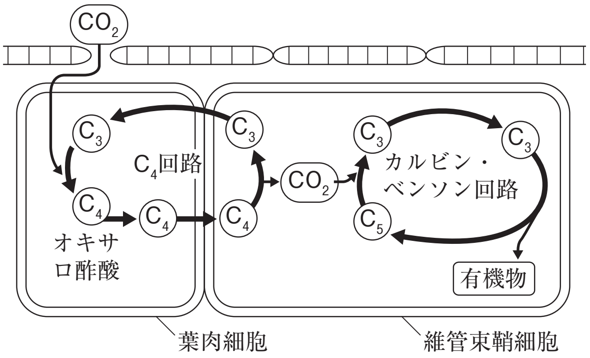
第17講　同化：C_4回路，光合成曲線

■C_4回路

カルビン・ベンソン回路(C_3回路)の炭酸固定酵素は二酸化炭素が低濃度だと機能しにくい
→ある植物は，あらかじめ炭酸固定に特化した回路(C_4回路)によって二酸化炭素を取り込むことで，この問題を克服している。

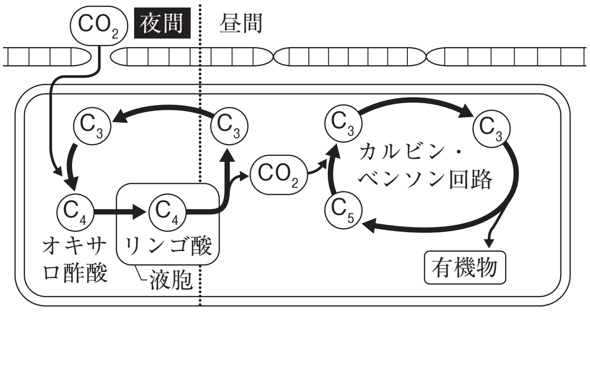
◆C_4植物　…　空間的分業　ex トウモロコシ，サトウキビ，ヒエ，ススキ

at 葉肉細胞　　C_4回路
at 維管束鞘細胞　C_3回路



◆CAM植物　…　時間的分業　ex ベンケイソウ，サボテン，パイナップル

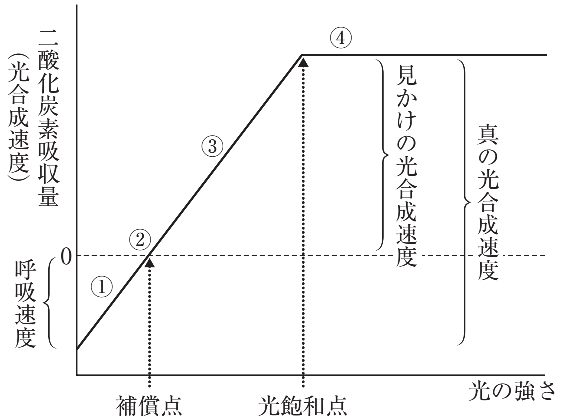
at 夜(気孔を開いて)　C_4回路
at 昼(気孔を閉じて)　C_3回路



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■光合成曲線

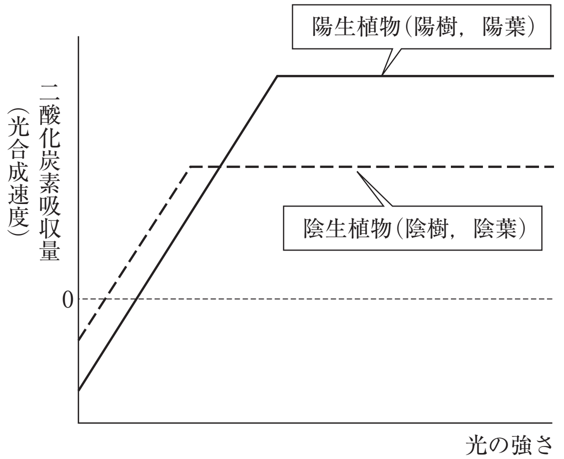
・光の強さと光合成速度の関係　“光合成曲線”



（真の）光合成速度
＝見かけの光合成速度＋呼吸速度

①弱光条件では呼吸速度＞光合成速度
②補償点では，呼吸速度と真の光合成速度が一致
見かけの光合成速度＝0となる。
③呼吸速度＜光合成速度で見かけの光合成速度が正に。
④強光条件では光合成速度は一定になる。（光飽和）

◆葉の構造と光合成曲線



葉は厚く，小型。クチクラが発達し，気孔の数は多め。陰生植物はその逆。

陽生植物
同化組織（特にさく状組織）が発達，
呼吸量も大きいが，光飽和しにくい。
ex ヒマワリ，バラ，マツ

陰生植物
同化組織の発達は見られず
呼吸量を抑え，補償点が小さい。
葉が薄く，光飽和しやすい。
ex シダ，シイ，ブナ

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　演習問題

下の表は，一定の温度と一定の二酸化炭素濃度のもとで，光条件の異なる環境に生育する２種の植物（Ａ植物，Ｂ植物）から採集した緑葉にいろいろな強さの光を当てて，１時間に葉の一定面積（100 cm^2）に吸収される二酸化炭素量を測定した結果である。また，光飽和点以下の光強度において光合成速度は，光の強さに比例するとする。表1に関して次の各問いに答えよ。

光の強さ（キロルクス）		0	5	10	15	20	25
二酸化炭素吸収量 (mg/100 cm^2・時間)	Ａ植物	−4	1	6	11	16	20
	Ｂ植物	−2	3	8	13	14	14

表

問１　Ａ植物の補償点を整数で答えよ。

問２　Ａ植物とＢ植物がともに成長するが，Ｂ植物の成長量がＡ植物の成長量よりも大きくなる光強度の範囲を，次の(ア)～(カ)から１つ選び，記号で答えよ。

(ア)　0～2キロルクス　　(イ)　0～4キロルクス
(ウ)　4～16キロルクス　　(エ)　4～18キロルクス
(オ)　16～24キロルクス　　(カ)　18～24キロルクス

問３　Ａ植物とＢ植物の面積300 cm^2の葉を，明期20キロルクス14時間，暗期８時間の明暗周期条件において１日生育させた。この時, 両者の葉では乾燥重量の増加が見られたが, その差は何mgであったか。答えは小数第２位を四捨五入して，小数第１位まで求めよ。ただし，葉の重量の増加，減少は光合成と呼吸によるグルコースの合成と消費によるもので，生産されたグルコースはすべて移動せずに葉に蓄積されたものとする。

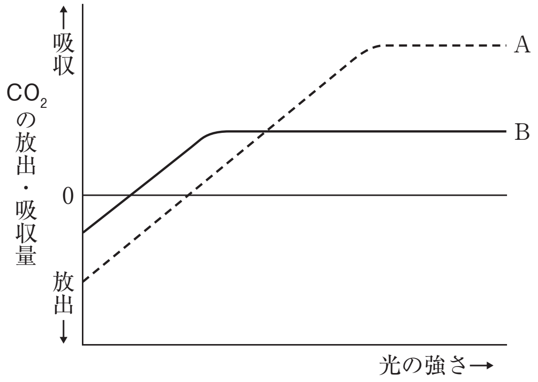
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　確認テスト

植物と環境要因とに関する問い(問１～３)に答えなさい。

問１　図はA，Ｂ２種類の植物の光の強さとCO_2の放出・吸収量の関係を示す。植物Ａと植物Ｂのグラフについて正しい説明はどれか。



① より弱い光で補償点に達するので，Ｂは陰生植物で，Ａは陽生植物である。
② CO_2吸収量が放出量を上回るので，Ｂは陰生植物で，Ａは陽生植物である。
③ より多くのCO_2を放出するので，Ｂは陰生植物で，Ａは陽生植物である。
④ より弱い光で補償点に達するので，Ｂは陽生植物で，Ａは陰生植物である。
⑤ CO_2吸収量が放出量を上回るので，Ｂは陽生植物で，Ａは陰生植物である。
⑥ より多くのCO_2を放出するので，Ｂは陽生植物で，Ａは陰生植物である。

問２　植物Ａの葉において、暗黒時における葉面積100 cm^2あたりのCO_2排出量を３mgであったとする。光飽和に十分な光強度で生育した植物Ａの葉の有機物量の増加を測定したところ，１時間に葉面積100 cm^2あたり7.5mg増加していた。増加した有機物はすべてグルコースであるとして，この植物の葉100 cm^2が１時間に吸収したCO_2の重量[mg]として妥当なものを以下の選択肢から選べ。

① 7.5mg　② 10mg　③ 14mg　④ 20mg　⑤ 24mg　⑥ 30mg

©RECRUIT HOLDINGS

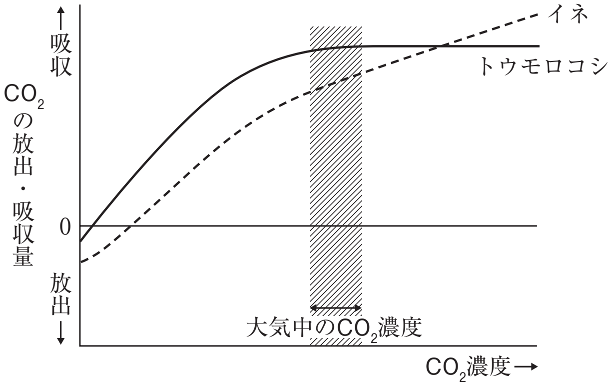
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　植物の中にはイネなどのC_3植物と，トウモロコシなどのC_4植物がある。両者は光合成のためのカルビン・ベンソン回路を共通で利用しているが，C_4植物では外から入ったCO_2を濃縮して利用したり，植物自身の代謝で発生したCO_2を利用するための回路が存在する。これらの植物に関する問い(A，B)に答えなさい。

A　C_3植物とC_4植物の維管束鞘(いかんそくしょう)に関する説明で正しいものはどれか。

① 葉緑体を含む維管束鞘をもつのはC_3植物である。
② 葉緑体を含む維管束鞘をもつのはC_4植物である。
③ C_4植物と違い，C_3植物では陰生植物だけが葉緑体を含む維管束鞘をもつ。
④ C_3植物と違い，C_4植物では陰生植物だけが葉緑体を含む維管束鞘をもつ。
⑤ C_4植物と違い，C_3植物では陽生植物だけが葉緑体を含む維管束鞘をもつ。
⑥ C_3植物と違い，C_4植物では陽生植物だけが葉緑体を含む維管束鞘をもつ。

B　図は成育箱内のイネとトウモロコシにおけるCO_2濃度とCO_2の放出・吸収量の関係を表し，斜線部分は現代の大気中のCO_2濃度を示す。グラフから推測できるのはどれか。



① イネは大気より高濃度のCO_2の中で育てると，生育が良い。
② トウモロコシは大気より高濃度のCO_2の中で育てると，生育が良い。
③ イネとトウモロコシはともに大気より高濃度のCO_2の中で育てると,生育が良い。
④ イネとトウモロコシはともに大気より高濃度のCO_2の中で育てても，生育は同じである。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　同化：細菌の炭酸同化，窒素同化

■細菌の炭酸同化

◆光合成細菌　…　一部の細菌は光合成によって炭酸同化を行う

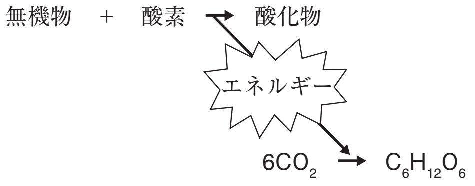
・光合成色素として，バクテリオクロロフィルを利用　　ex　紅色硫黄細菌

・水素源として水ではなく，硫化水素を利用　　緑色硫黄細菌

$$6CO_2 + 12H_2S \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$$

◆化学合成細菌　…　一部の細菌は化学合成によって炭酸同化を行う

・無機物の酸化によって生じるエネルギーを用いて，二酸化炭素から糖を合成



ex　亜硝酸菌　　$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O$

硝酸菌　　$2HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2HNO_3$

硫黄細菌　　$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2S + 2H_2O$

鉄細菌，メタン細菌，水素細菌 など

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■窒素同化

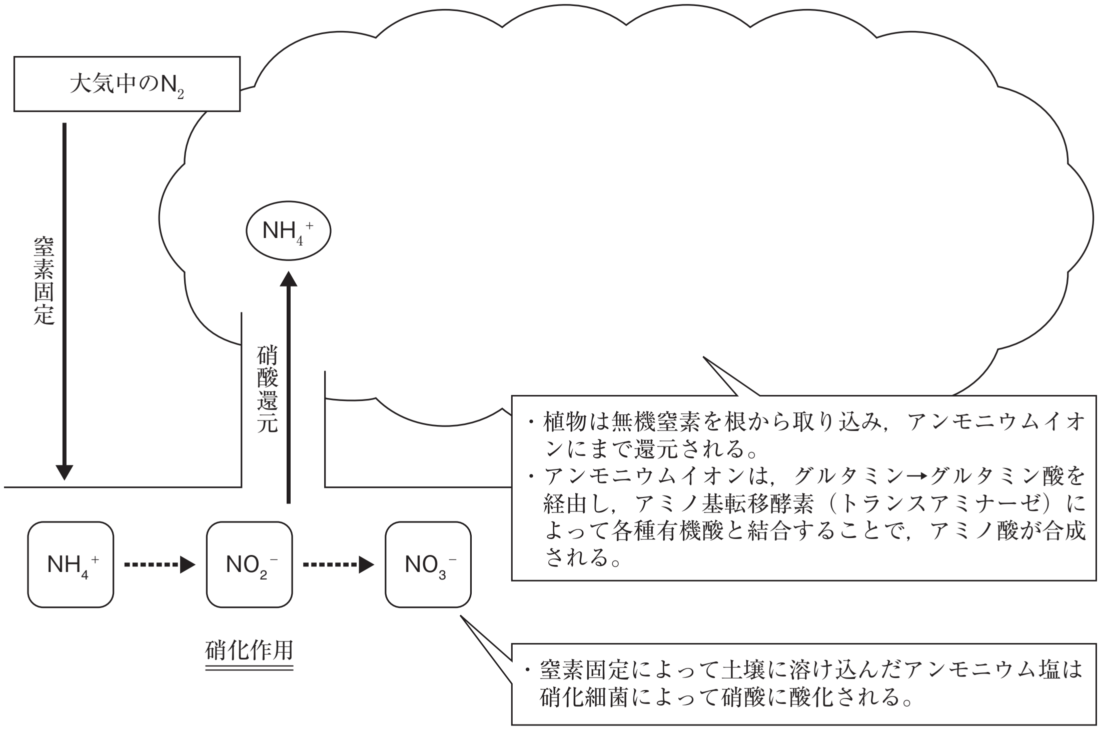
…　無機窒素から有機窒素，より複雑な窒素化合物の合成

・生物は外部から窒素を取り込み，タンパク質を合成している

・動物はアミノ酸の形で窒素を取り込み，タンパク質を合成，
　植物は無機窒素の形で窒素を取り込み，アミノ酸を合成してからタンパク質合成。

動物：アミノ酸 → タンパク質

植物：無機窒素 → アミノ酸 → タンパク質



◆窒素固定　…　大気圏から生物圏へのＮの移行，
　　　　　　　　窒素固定細菌によって行われる

酵素：ニトロゲナーゼが触媒

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[+ATP]{} 2NH_3$$

（常温，常圧）

窒素固定細菌

ex　根粒菌　…マメ科植物の根に共生

　　アゾトバクター　…好気性細菌

　　クロストリジウム　…嫌気性細菌

　　ネンジュモ　…シアノバクテリア

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　演習問題

次の文章を読み，各問いに答えよ。

窒素は生物にとって必須の元素である。生物は窒素を含む物質を取り込み，生体に必要な窒素化合物を合成する。このことを［ア］という。

大気中の窒素分子は，［イ］細菌により［ウ］イオンに変換され，地中に取り込まれる。［イ］細菌の中には，根粒菌のように①［エ］科植物の根に共生し，こぶ状の根粒を形成するものや，土壌中あるいは水中に単独で存在するものもいる。

［ウ］イオンは②亜硝酸菌により亜硝酸イオンに，さらに③硝酸菌により硝酸イオンにまで変換される。また，④動物の排出物や動植物の遺骸に含まれる［オ］化合物は，土壌中の⑤菌類などにより分解されて無機窒素化合物になる。

問１　［ア］～［オ］に適する語句を記せ。

問２　次の微生物(a)～(g)のうち，窒素分子を［ウ］イオンに変換することのできるものを２つ選び，記号で答えよ。

(a)　クロストリジウム　(b)　クロレラ　(c)　酵母（菌）
(d)　ゾウリムシ　(e)　大腸菌　(f)　乳酸菌
(g)　ネンジュモ

問３　根粒菌と［エ］科植物の関係は相利共生と呼ばれている。お互いに何を供給しあっているか説明せよ。

問４　硝酸菌と亜硝酸菌による［ウ］塩から硝酸塩への変換は，ある物質が外部から十分に供給されないと進行しない。この物質名を答えよ。

問５　下線①～⑤の生物のうち，炭酸同化を行う生物をすべて選び，番号で答えよ。

問６　植物体内におけるアミノ酸合成の第１段階では，多くの場合，［ウ］イオンがアミノ酸Ａに結合してアミノ酸Ｂが合成される。アミノ酸Ａ，Ｂの名称を答えよ。

問７　植物が硝酸カリウム10ｇを吸収し，3.5ｇのタンパク質を合成した。硝酸カリウムに含まれる窒素のうち，何％がタンパク質に取り込まれたか，小数第１位まで求めよ。割り切れない場合は，小数第２位を四捨五入せよ。ただし，タンパク質中の窒素含量は16％とし，原子量はＨ＝１，Ｃ＝12，Ｎ＝14，Ｏ＝16，Ｋ＝39とする。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問８　問７のような窒素の代謝を調べる実験では，取り込まれた窒素を追跡するために，天然の窒素の主成分とは質量数の異なる同位体を用いることがある。この同位体の質量数を答えよ。

問９　次の物質(a)〜(i)のうち，窒素を含むものをすべて選び，記号で答えよ。

(a) ADP　(b) エタノール　(c) カタラーゼ　(d) グルコース
(e) クロロフィル　(f) シトシン　(g) デンプン　(h) 伝令RNA
(i) ピルビン酸

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　確認テスト

微生物の代謝は極めて多種多様である。細菌の中には炭酸同化を行うものがおり，(ア)光合成細菌と化学合成細菌がいる。光合成細菌は（　イ　）という色素を利用しているが，(ウ)植物とは異なる光合成を行う。化学合成細菌は無機物を酸化してエネルギーを得ている。たとえば，亜硝酸菌は（　エ　）イオンを（　オ　）イオンに，硝酸菌は（　オ　）イオンを（　カ　）イオンにする酸化反応でエネルギーを得ている。亜硝酸菌と硝酸菌は合わせて硝化細菌とよばれており，(キ)自然界における窒素の循環に重要な役割を果たしている。

問１　下線部(ア)に関連して，光合成細菌と化学合成細菌の組み合わせとして，最も適切なものを１つ選びなさい。選択肢内の組み合わせは光合成細菌・化学合成細菌の順に示してある。

①　紅色硫黄細菌・ラン藻　　②　ラン藻・紅色硫黄細菌
③　硫黄細菌・ラン藻　　④　ラン藻・硫黄細菌
⑤　硫黄細菌・鉄細菌　　⑥　鉄細菌・硫黄細菌
⑦　紅色硫黄細菌・鉄細菌　　⑧　鉄細菌・紅色硫黄細菌

問２　文中の（　イ　）に当てはまる語句として，最も適切なものを１つ選びなさい。

①　クロロフィルａ　　②　クロロフィルｂ
③　クロロフィルｃ　　④　バイオクロロフィル
⑤　バクテリオクロロフィル

問３　下線部(ウ)に関連して，光合成細菌に関する記述として，**誤りであるもの**を１つ選びなさい。

①　光合成細菌は，光合成の材料として水のかわりに硫化水素などを取り入れ，有機物を合成している。
②　光合成細菌の中には，植物と同様にカルビン－ベンソン回路で二酸化炭素を固定するものもいる。
③　光合成細菌の多くは，温泉や湖沼などで生活する。
④　光合成細菌の光合成では，緑色植物と同様な光化学系はまったく存在しない。
⑤　光合成細菌の光合成は，二酸化炭素を還元する[H]（還元物質としての水素）を水からではなく，硫化水素（H_2S）などから得るため酸素は発生しない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　文中の（　エ　）・（　オ　）・（　カ　）に当てはまる語句の組み合わせとして，最も適切なものを１つ選びなさい。ただし，選択肢内の組み合わせはエ・オ・カの順に示してある。

①　アンモニウム・亜硝酸・硝酸
②　アンモニウム・硝酸・亜硝酸
③　亜硝酸・硝酸・アンモニウム
④　亜硝酸・アンモニウム・硝酸
⑤　硝酸・アンモニウム・亜硝酸
⑥　硝酸・亜硝酸・アンモニウム

問５　下線部㋖に関連して，窒素固定に関する記述として，**誤りであるもの**を１つ選びなさい。

①　大気中には，約78％もの窒素（N_2）が存在するが，多くの生物はこれを直接利用できない。
②　大気中の窒素（N_2）を利用できる生物は窒素固定菌と呼ばれる細菌だけである。
③　レンゲソウが無機塩類の少ない土地でも生育できるのは，根粒菌が共生しているからである。
④　根粒菌は，大気中の窒素（N_2）を利用して窒素固定を行うが，炭酸同化ができない従属栄養生物である。
⑤　根粒菌は単独で生活しているときには窒素固定を行わない。

©RECRUIT HOLDINGS

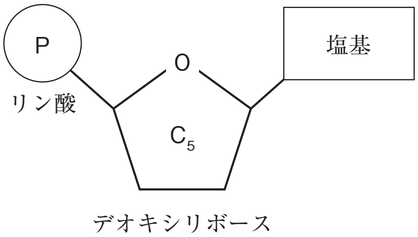
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

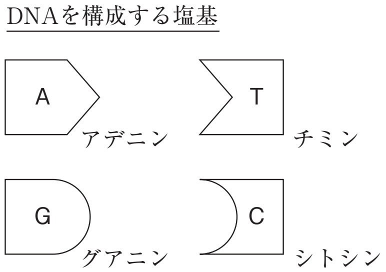
第４章　遺伝子とその働き

第19講　DNAの化学的組成，複製

■DNAの化学的組成

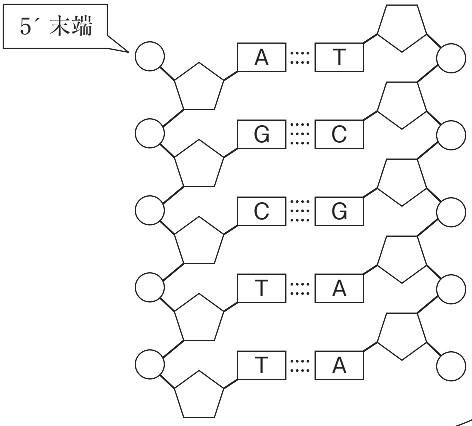
◆ヌクレオチド



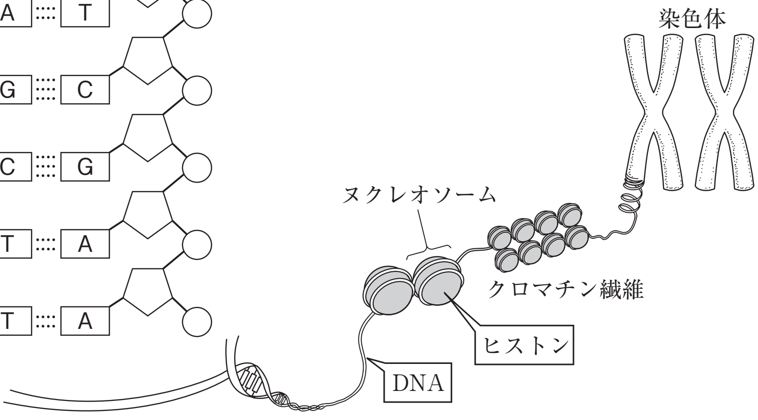


◆二重らせん構造

…DNAは二本のヌクレオチド鎖が塩基間で水素結合を形成し，二重らせん構造を取る。



・塩基の相補性…AT間，CG間で水素結合



◆DNAの研究

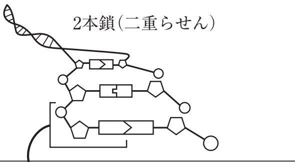
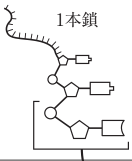
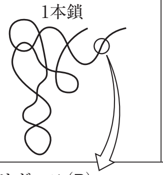
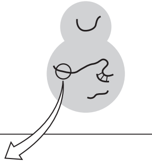
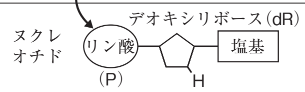
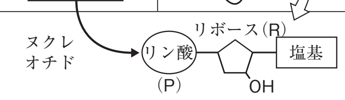
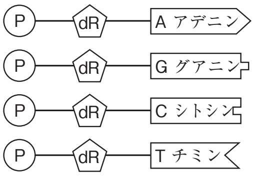
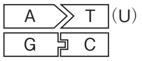
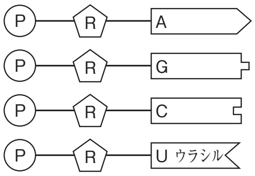
- ・グリフィス　…　肺炎双球菌を用いて，形質転換を確認
- ・エイブリー　…　形質転換の原因物質がDNAであることを実証
- ・ハーシー＆チェイス…　バクテリオファージを用いて，遺伝子の本体がDNAであることを証明
- ・ワトソン＆クリック…　DNAの二重らせん構造を提唱
- ・シャルガフ　…　DNAの化学的組成分析（二本鎖におけるA＝T，G＝C）
- ・ウィルキンス＆フランクリン　…　DNAのX線回折分析

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆RNA

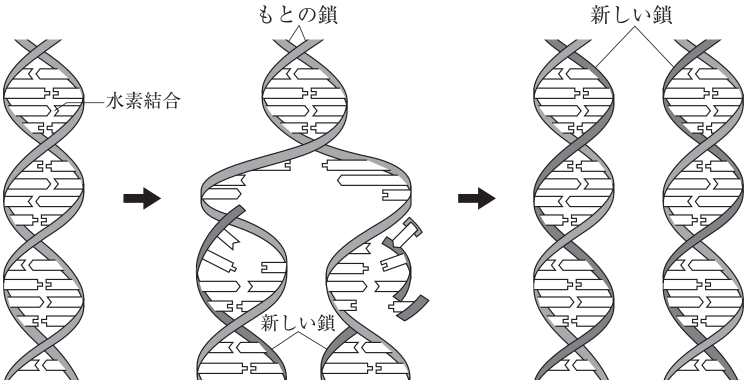
…細胞内に存在する核酸の一種。遺伝子の発現において，DNAとタンパク質の間の遺伝情報を媒介する働きを持つ。DNAとはヌクレオチドを構成する糖と塩基が異なり，その働きに応じて3種類のRNAに分けられる。

	DNA　デオキシリボ核酸	RNA　リボ核酸		
		伝令RNA **mRNA**	運搬RNA **tRNA**	リボソームRNA **rRNA**
所在	・核内に多量に存在 ・ミトコンドリア・葉緑体にも独自に存在	・核で合成され細胞質へ移動	・核で合成され細胞質へ移動	・核で合成されてリボソームの成分となる。
構造	・二重らせん構造（2本鎖） ・塩基対数（ヒト1本のDNA）1億 ・分子量　10^6～10^9	・1本鎖 ・塩基数　10^3～10^4 ・分子量　10^5～10^6	・1本鎖　・約50種類 ・塩基数　約73～93 ・分子量　25000～30000	・1本鎖 ・塩基数　120～3000 ・分子量　4×10^4～10^6
働き	・遺伝子の本体である。 ・自己複製をして遺伝情報を継承する。 ・タンパク質合成の情報を支配し，形質を発現させる。	・DNAの遺伝情報を転写し，それをタンパク質合成の場であるリボソームへ運ぶ。	・特定のアミノ酸を，mRNAと結合しているリボソームへ運ぶ。	・核内のタンパク質と結合してリボソームとなり，新しいタンパク質合成の場となる。
形と構造	2本鎖（二重らせん）	1本鎖	1本鎖	1本鎖
構成単位＝ヌクレオチド				
		相補性 ヌクレオチドは互いに相手になるものが決まっている。		

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

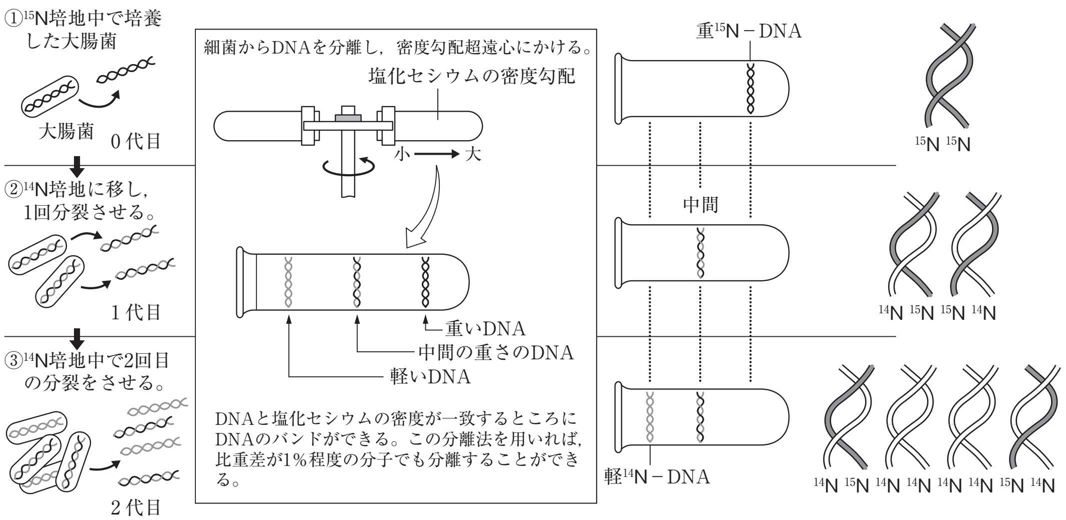
■半保存的複製

… 二重らせんがほどけ，もとの鎖を鋳型として相補的なヌクレオチドが結合していくことで新しい鎖が形成される。



◆メセルソンとスタールの実験

… メセルソンとスタールは^{15}N培地で育成した大腸菌を^{14}N培地に移して増殖させ，合成されたDNAの比重を密度勾配遠心法で比較することで，半保存的複製を証明した。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第19講　演習問題

遺伝情報に関する以下の設問に答えよ。

問１　DNAに関する次の文章を読み，以下のａ，ｂに答えよ。

DNAはデオキシリボースとリン酸と［1］からなる［2］を構成単位として，［2］が多数つながってできている。DNAの構造で特徴的なのは，［2］がつながった２本の鎖が平行に並び，中央部で［1］同士が弱い結合ではしご状となり，二重らせん構造を形成している点であり，また，２本鎖間での［1］同士の結合に関しては，グアニンは［3］と結合する性質がある。大腸菌の染色体は細胞質に存在し，［4］個のDNA分子から構成されるのに対して，ヒトの染色体は核内に存在し，体細胞核内には［5］個のDNA分子があり，卵や精子にはこの半数のDNA分子が含まれる。

ａ．文章中の［1］～［3］に入るもっとも適切なものを次の①～⑩の中からそれぞれ１つずつ選べ。

①　チミン　　②　シトシン
③　アデニン　　④　リボース
⑤　デオキシリボ核酸　　⑥　リボ核酸
⑦　塩基　　⑧　アデノシン
⑨　ヌクレオチド　　⑩　ATP

ｂ．文章中の［4］，［5］に入るもっとも適切なものを次の①～⑩の中からそれぞれ１つずつ選べ。

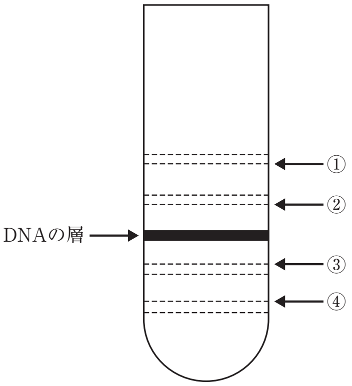
①　0　　②　1　　③　2　　④　3
⑤　4　　⑥　22　　⑦　23　　⑧　44
⑨　46　　⑩　92

問２　DNAの複製に関する次の文章を読み，以下のａ，ｂに答えよ。

DNAが複製されるメカニズムは，メセルソンとスタールによって窒素の同位体^{15}Nを利用して調べられた。彼らと同様の実験を行い，大腸菌を何世代も^{15}Nを含む培地で培養した後に，通常の^{14}Nを含む培地に移して増殖させて分裂するたびにDNAを抽出した。抽出したDNAを用いて塩化セシウム水溶液を利用した密度勾配遠心を行い，その後の遠心管のDNAの層の様子を観察してDNAの比重を調べた。次の図は，^{15}Nを含む培地で培養した大腸菌から抽出されたDNAの密度勾配遠心後の遠心管を横から見た図であり，DNAの層（以降Ｘ層とする）が一つだけ観察された。なお，遠心管の底にいくほど塩化セシウムの濃度が高くなっている。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。



^{15}Nが含まれる培地で培養された大腸菌から抽出したDNAの密度勾配遠心後の遠心管の様子

a．１回分裂後（以降Ｙ層とする）と，２回分裂後（以降Ｚ層とする）にそれぞれ新たに現れると予想できるDNAの層の位置としてもっとも適切なものを図中の①～④の中からそれぞれ１つずつ選べ。ただし，何度分裂を繰り返しても，図に記された以外の位置に新たなDNAの層は現れないものとする。

b．^{14}Nを含む培地に移した後，分裂するたびに密度勾配遠心を行った後のDNAの層の様子を観察すると，Ｘ，Ｙ，Ｚ層と同位置に含まれるDNAの分子数はそれぞれ変化する可能性が考えられる。１回分裂後，２回分裂後，４回分裂後のDNAを調べた遠心管において，３つの層と同位置にそれぞれ含まれているDNAの分子数を比で示すとどのようになるか。１回分裂後はＡ群より，２回分裂後はＢ群より，４回分裂後はＣ群よりもっとも適切なものを①～⑩の中からそれぞれ１つずつ選べ。ただし，比はＸ，Ｙ，Ｚ層と同位置にそれぞれ含まれるDNA分子数の順で表されているものとする。

〔Ａ群〕

①　0：0：1　②　0：1：0　③　1：0：0　④　0：1：1
⑤　1：0：1　⑥　1：1：0　⑦　1：1：1　⑧　1：1：2
⑨　1：2：1　⑩　2：1：1

〔Ｂ群〕

①　0：1：1　②　1：0：1　③　1：1：0　④　1：1：1
⑤　0：1：2　⑥　0：2：1　⑦　1：2：0　⑧　1：0：2
⑨　2：1：0　⑩　2：0：1

〔Ｃ群〕

①　0：1：3　②　0：1：4　③　0：1：7　④　0：1：8
⑤　0：1：15　⑥　0：1：16　⑦　1：1：3　⑧　1：1：4
⑨　1：1：7　⑩　1：1：8

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第19講　確認テスト

問１　次の文章の４ヶ所の（　　　）について，正しいものを１つずつ合計4つ選べ。

染色体とは，細胞の分裂に先立ってDNAの半保存的複製によって生じた遺伝子のセットを，母細胞から娘細胞へと均等に分配するための高度に凝集したパッケージと見なすことができる。ヒトのゲノムは，約30億対の塩基が連結したDNAから形成されており，この中におよそ２～３万個の遺伝子が含まれていると考えられている。DNAは10塩基対で約3.4nmの長さになることを考慮すると，１つの体細胞の核に含まれるDNAすべてをつなぎ合わせると，その長さはおよそ（①　2cm　②　20cm　③　200cm）となる。それに対し太さは約0.002μmなので，DNAは非常に細長い構造である。このような構造のDNAを細胞分裂時にからまることなく娘細胞へと分配するには，DNAを染色体の中に効率よく折りたたむ必要がある。そのため，真核生物の細胞の染色体に含まれるDNAは単体として存在しているのではなく，ヒストンと呼ばれるタンパク質（④　がDNAの周りを取り巻いた　⑤　の周りをDNAが取り巻いた）状態で存在している。これらDNAとタンパク質からなる構造単位は（⑥　ヌクレオチド　⑦　ヌクレオソーム）と呼ばれる。そしてこの構造単位がさらに規則正しく折りたたまれ，より太い繊維構造を形成し，最終的に最も短く束ねられた構造が染色体である。ヒトの中期染色体の多くはX状の形をしており，中央のくびれた部位は動原体と呼ばれ，細胞分裂期には紡錘糸が結合する（図1）。体細胞分裂時に観察される染色体は，すでにDNAの複製を終了しているため，成熟した卵や精子などの生殖細胞と比べ（⑧　1倍　⑨　2倍　⑩　4倍）量のDNAを有することになる。体細胞分裂中期の染色体はその後，縦方向に裂け左右に分離するが，体細胞分裂の後期に細胞の両極へ二分される染色体の領域はそれぞれ姉妹染色分体と呼ばれる。姉妹染色分体は，DNAの半保存的複製の結果生じた全く同じ塩基配列を有した２つのDNAが，それぞれ凝集し動原体の領域で結合したものであるため，体細胞分裂時にそれぞれ一方の姉妹染色分体を受け取った２つの娘細胞は母細胞と全く同じ遺伝情報を引き継ぐことになる（図１）。

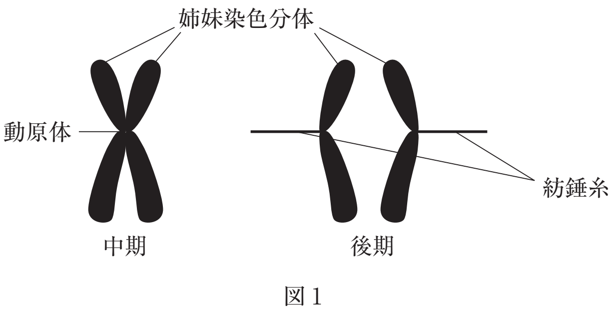


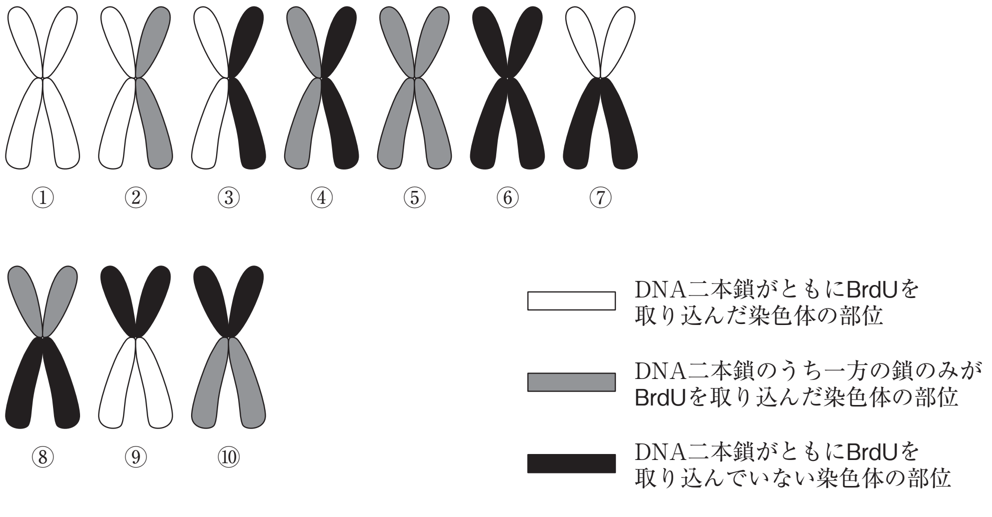
図１

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　ブロモデオキシウリジン(BrdU)はDNAを構成する４つの塩基のうちチミン(T)と構造的に類似した化学物質である。そのため，BrdUを添加した培養液中で細胞の培養を行うと，DNAの複製時にチミン(T)の代わりにBrdUを取り込んだDNA鎖が形成されるので，複製により形成されるDNAの二本鎖は，BrdUを取り込んだ鎖とBrdUを取り込んでいない鎖の二本で構成されることとなる。このDNAの違いはそのままでは区別することができないが，これらの細胞を回収し，スライドガラス上に滴下することにより染色体標本を作製し，特殊な試薬を用いて染色を行うと染め分けることができる。この方法ではBrdUを全く取り込んでいないDNAの二本鎖からなる染色体の部位は濃く染色されるのに対し，DNAの二本鎖のうち片方の鎖のみがBrdUを取り込んだDNAからなる染色体の部位は薄く染色され，DNAの二本鎖がともにBrdUを取り込んだDNAからなる染色体の部位はほとんど染色されない。

ある動物由来の細胞をBrdUを添加した培養液中で24時間培養し，さらにBrdUを含まない培養液中で48時間培養を行なった後に染色体標本を作製し，上記の方法で染色を行った場合，どのようなパターンに染められた染色体が多数観察されると考えられるか。次の①～⑩から２つ選べ。ただしこの細胞の細胞周期(細胞が分裂してから次の分裂を開始するまでの期間)はおよそ24時間であり，またBrdUを取り込んだ細胞の性質はチミン(T)を取り込んだ細胞と全く変わらないものとする。



©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　遺伝子の発現

■セントラルドグマ

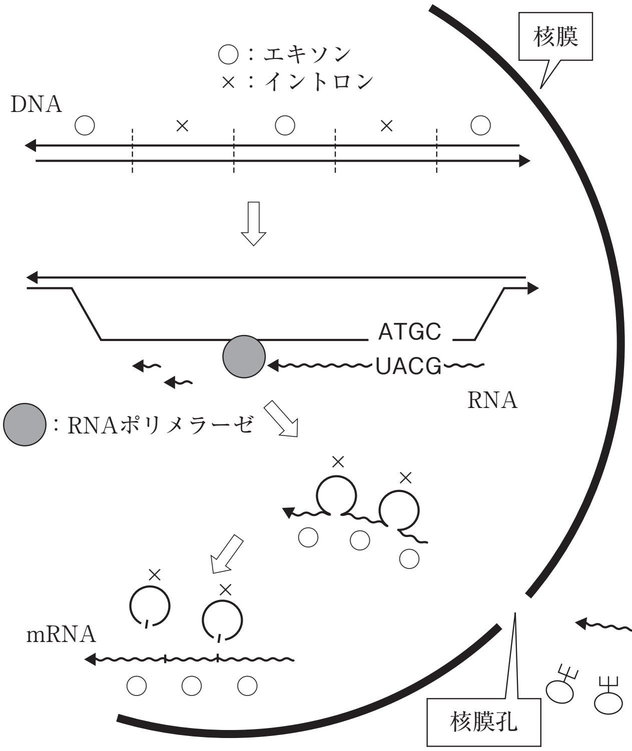
DNA	→	mRNA	→	タンパク質
塩基配列	転写	塩基配列	翻訳	アミノ酸配列

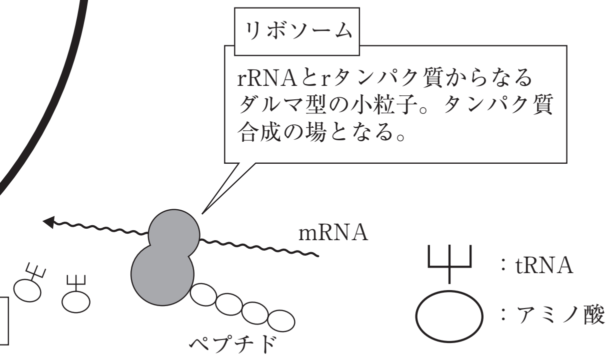
◆転写

・発現する領域のDNA二本鎖が一本鎖に開裂

・二本鎖のうち一本を鋳型として，相補的な塩基配列を持つRNAがRNAポリメラーゼによって合成される。“転写”

・RNAのうち，イントロンに由来する部分が除去され，エキソン由来の断片が結合，mRNAが合成される。“スプライシング”





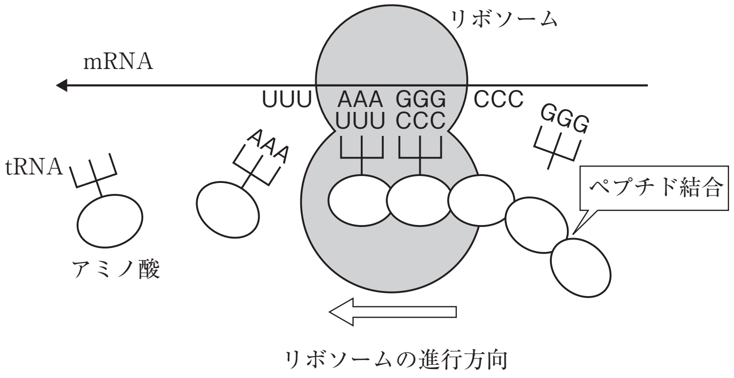
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆**翻訳**

・核外に出たmRNAがリボソームと結合

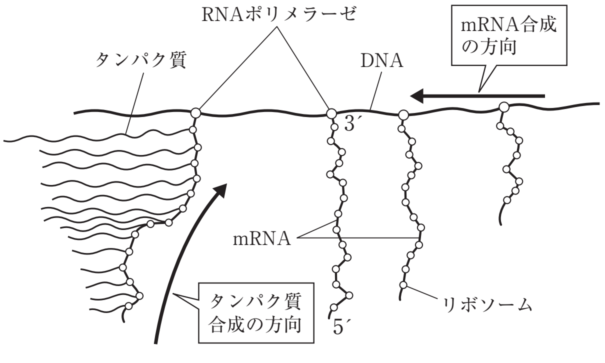
・リボソームにおいて、mRNAの三つ組み塩基(コドン)に対応するアンチコドンをもったtRNAが塩基間で相補的な水素結合を形成

・tRNAはアンチコドンに対応した特定のアミノ酸と結合している。tRNAの運んできたアミノ酸間が順次ペプチド結合を形成していくことでタンパク質が合成される。



◆**原核生物の遺伝子発現**

…核膜の無い原核生物では，転写と翻訳が同時に進行する。



■**一遺伝子一酵素説**

…ビードルとテイタムはアカパンカビの栄養要求株を用いた実験から，“一つの遺伝子は，生体内における一つの酵素の合成を介して形質を決定している”とする一遺伝子一酵素説を提唱した。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　演習問題

形質発現に関する文章を読み，次の問１～３に答えなさい。解答は複数の場合もある。

野生型のアカパンカビは栄養素が豊富な完全培地で生育する。しかし，それらの栄養素の中から，最低限必要なものを探していったところ，グルコース，ビオチン（ビタミンBの一種），無機塩類だけの最少培地でも生育することがわかった。(a)その野生型のアカパンカビの胞子にＸ線を照射し，完全培地で生育させて，１型，２型，３型，４型，５型変異株を樹立した。それらの変異株は物質A，B，C，Dのいずれかの添加によって，生育した。その生育の状況を表1に示した。

表１　変異株の生育状況

	最少培地に加えた物質				
	A	B	C	D	なし
１型変異株	－	－	－	＋	－
２型変異株	－	＋	－	＋	－
３型変異株	＋	＋	＋	＋	－
４型変異株	＋	＋	－	＋	－
５型変異株	－	＋	－	＋	－

＋は生育を示し，－は生育しないことを示す。

問１　下線部(a)におけるＸ線照射によっておこる，胞子内での変化を説明する文章として適切なものを，次の①～⑤の中から選びなさい。

① エネルギーを生み出すミトコンドリアの膜が破壊された。
② 胞子のゲノムDNAの任意な部分が切断された。
③ 細胞質内の代謝関連酵素が破壊された。
④ 胞子の塩基配列ではなく，染色体構造に異常がおきた。
⑤ 胞子のRNA分子が切断破壊された。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　表1の結果から，図1の(　ア　)～(　ウ　)に入る物質A，B，Cの正しい組み合わせを，次の①～⑥の中から選びなさい。

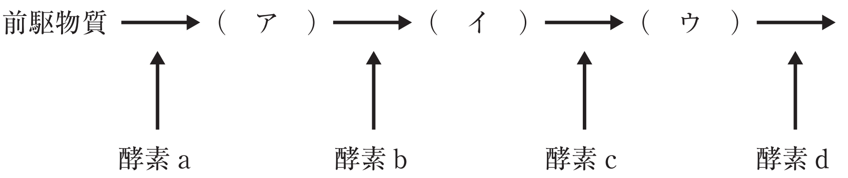


図1　変異株の栄養素の代謝経路に関わる酵素

	(　ア　)	(　イ　)	(　ウ　)
①	A	C	B
②	A	B	C
③	B	A	C
④	B	C	A
⑤	C	A	B
⑥	C	B	A

問3　表1の結果から，1型，3型，4型変異株は図1のどの酵素が欠損しているのかを，次の①～⑨の中から正しいものを選びなさい。

① 1型変異株は酵素dが欠損している。
② 3型変異株は酵素cが欠損している。
③ 4型変異株は酵素bが欠損している。
④ 1型変異株は酵素cが欠損している。
⑤ 3型変異株は酵素aが欠損している。
⑥ 4型変異株は酵素cが欠損している。
⑦ 1型変異株は酵素aが欠損している。
⑧ 3型変異株は酵素dが欠損している。
⑨ 4型変異株は酵素aが欠損している。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　確認テスト

遺伝子に関する次の文章を読み，以下の問１～3に答えよ。

DNAの構造を明らかにしたクリックは遺伝情報の流れに関してセントラルドグマと呼ばれる原則を提唱した。遺伝情報は下に示す図１のように一方向に流れる。

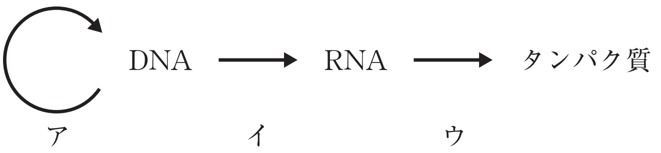


図１

問１　図１のア，イ，ウにあてはまる語の組合せとして正しいものをａ～ｆのうちから選べ。ただし，正しいものがない場合はｇと答えよ。

	ア	イ	ウ
a	増幅	転写	翻訳
b	増幅	翻訳	転写
c	増幅	転写	転移
d	複製	転写	翻訳
e	複製	翻訳	転写
f	複製	転写	転移

問２　図１のイの過程に関連し真核生物と原核生物ではいくつかの違いが見られる。以下の文章で真核生物でのみあてはまるものはａ，原核生物でのみあてはまるものはｂ，どちらにもあてはまるものはｃ，どちらにもあてはまらないものはｄと答えよ。

①　遺伝情報を写し取ったRNAは糖としてリボースを含み，塩基の１つとしてウラシルを持つ。通常は２本鎖で存在する。
②　DNAの情報をもとにmRNAが合成されている途中で図１のウの過程が始まる。
③　mRNA前駆体は遺伝子の全情報を写し取り，核の外でイントロンの部分を切り捨てて，完成したmRNAになる。
④　特定のエキソンを選ぶことにより，単一の遺伝子から複数のmRNAを作り出すことがある。
⑤　図１のイの過程でmRNAが作られるときは，通常その遺伝子の二本鎖DNAのうち，どちらかの鎖だけが鋳型として使われる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　図１のウの過程についての記述として**誤っているもの**をａ～ｅのうちから１つ選べ。

a　mRNAの塩基は区切り方の違いによって3通りのアミノ酸配列を作ると予想されるが，実際の細胞内では開始コドンが基準となるので1通りのアミノ酸配列が作られる。

b　コドンは3つの塩基配列からなり，64（$=4^3$）種類ある。その全てが20種類のアミノ酸のいずれかに対応している。

c　細胞内で図１のウの過程を行うのはリボソームである。全ての生物でリボソームは大小２つの顆粒からなり，どちらもRNAとタンパク質で構成されている。

d　tRNAは短いRNAでその働きはアミノ酸をリボソームに運ぶことである。tRNAは複数種存在し，それぞれ異なるアンチコドンを持つ。そのアンチコドンの種類はアミノ酸の20種類よりも多い。

e　真核生物には小胞体に結合したリボソームが存在し，ここで作られたタンパク質は小胞体やゴルジ体などの働きで加工され，細胞外に分泌されたり細胞膜の成分になったりする。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　遺伝暗号

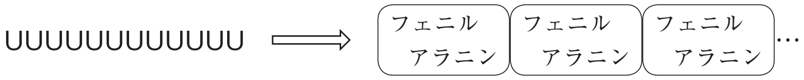
■遺伝暗号の解明

…核酸の塩基配列からタンパク質のアミノ酸配列への情報変換の対応関係は，人工mRNAを翻訳する実験より確かめられた。

・ニーレンバークの実験

…ウラシルのみからなるmRNAを人工的に合成，リボソームやtRNA，アミノ酸などを含む大腸菌抽出液にて強制的に翻訳させた。

→フェニルアラニンのみからなるペプチドが合成された。



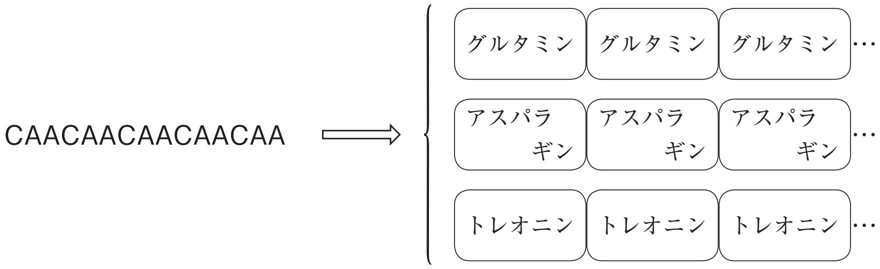
・コラーナの実験

…ACの塩基配列を繰り返すmRNAを人工的に合成，ニーレンバークと同様な反応系で翻訳させた。

→トレオニンとヒスチジンが交互に結合したペプチドが合成された。

…CAAの塩基配列を繰り返すmRNAを人工的に合成，ニーレンバークと同様な反応系で翻訳させた。

→グルタミンのみ，アスパラギンのみ，トレオニンのみからなる3種のペプチドが同頻度で合成された。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■コドン表

…ニーレンバークやコラーナらによって，塩基配列とアミノ酸配列の対応関係が解明された。塩基とアミノ酸の対応関係は，一般的にmRNAの３つ組み塩基に対応するアミノ酸の形で表にまとめられている。

１番目の塩基	２番目の塩基 U	２番目の塩基 C	２番目の塩基 A	２番目の塩基 G	３番目の塩基
U	UUU フェニルアラニン(Phe)	UCU セリン(Ser)	UAU チロシン(Tyr)	UGU システイン(Cys)	U
U	UUC	UCC	UAC	UGC	C
U	UUA ロイシン(Leu)	UCA	UAA 終止コドン	UGA 終止コドン	A
U	UUG	UCG	UAG	UGG トリプトファン(Trp)	G
C	CUU ロイシン(Leu)	CCU プロリン(Pro)	CAU ヒスチジン(His)	CGU アルギニン(Arg)	U
C	CUC	CCC	CAC	CGC	C
C	CUA	CCA	CAA グルタミン(Gin)	CGA	A
C	CUG	CCG	CAG	CGG	G
A	AUU イソロイシン(Ile)	ACU トレオニン(Thr)	AAU アスパラギン(Asn)	AGU セリン(Ser)	U
A	AUC	ACC	AAC	AGC	C
A	AUA	ACA	AAA リシン(Lys)	AGA アルギニン(Arg)	A
A	AUG 開始コドン メチオニン(Met)	ACG	AAG	AGG	G
G	GUU バリン(Val)	GCU アラニン(Ala)	GAU アスパラギン酸(Asp)	GGU グリシン(Gly)	U
G	GUC	GCC	GAC	GGC	C
G	GUA	GCA	GAA グルタミン酸(Glu)	GGA	A
G	GUG	GCG	GAG	GGG	G

・AUGは開始コドン(メチオニン指定)
・UAA，UAG，UGAは終止コドン(ナンセンスコドン)
・コドンは4^3＝64通り，指定すべき情報はアミノ酸20種類＋終止の21種類
　→複数のコドンが同じアミノ酸を指定する場合がある。
　最大６種のコドンが同じアミノ酸を指定(ロイシン，セリン，アルギニン)
　１種のコドンでしか指定されないアミノ酸もある。(メチオニン，トリプトファン)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　演習問題

タンパク質は，遺伝子から転写，翻訳の過程を経てつくられる。①翻訳に必要なすべての因子を含んだ液を大腸菌から抽出した(大腸菌抽出液)。この抽出液に伝令RNAを加えると，表１に示される遺伝暗号表に従って，伝令RNAの配列がアミノ酸配列に翻訳される。このような大腸菌抽出液を利用して以下の実験を行った。

表１　遺伝暗号表

第1番目の塩基	第2番目の塩基：ウラシル(U)	シトシン(C)	アデニン(A)	グアニン(G)
U	UUU フェニルアラニン	UCU セリン	UAU チロシン	UGU システイン
U	UUC フェニルアラニン	UCC セリン	UAC チロシン	UGC システイン
U	UUA ロイシン	UCA セリン	UAA (終止)	UGA (終止)
U	UUG ロイシン	UCG セリン	UAG (終止)	UGG トリプトファン
C	CUU ロイシン	CCU プロリン	CAU ヒスチジン	CGU アルギニン
C	CUC ロイシン	CCC プロリン	CAC ヒスチジン	CGC アルギニン
C	CUA ロイシン	CCA プロリン	CAA グルタミン	CGA アルギニン
C	CUG ロイシン	CCG プロリン	CAG グルタミン	CGG アルギニン
A	AUU イソロイシン	ACU トレオニン	AAU アスパラギン	AGU セリン
A	AUC イソロイシン	ACC トレオニン	AAC アスパラギン	AGC セリン
A	AUA イソロイシン	ACA トレオニン	AAA リシン	AGA アルギニン
A	AUG メチオニン	ACG トレオニン	AAG リシン	AGG アルギニン
G	GUU バリン	GCU アラニン	GAU アスパラギン酸	GGU グリシン
G	GUC バリン	GCC アラニン	GAC アスパラギン酸	GGC グリシン
G	GUA バリン	GCA アラニン	GAA グルタミン酸	GGA グリシン
G	GUG バリン	GCG アラニン	GAG グルタミン酸	GGG グリシン

〔実験１〕　アデニン(A)とシトシン(C)が１：１の割合で含まれる伝令RNAを人工的につくった。この人工伝令RNAを大腸菌抽出液に加えてタンパク質合成させたところ，次の表２のようなアミノ酸組成をもったタンパク質が得られた。

表２　〔実験１〕で得られたタンパク質のアミノ酸組成

アミノ酸	組成(％)
アスパラギン	12.5
グルタミン	12.5
トレオニン	25.0
ヒスチジン	12.5
プロリン	25.0
リシン	12.5
その他	0
合　計	100

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔実験２〕　アデニン(A)とシトシン(C)が４：１の割合で含まれる伝令RNAを人工的につくった。この人工伝令RNAを大腸菌抽出液に加えてタンパク質合成させたところ，下の表３のようなアミノ酸組成をもったタンパク質が得られた。

表３　〔実験２〕で得られたタンパク質のアミノ酸組成

アミノ酸	組成(%)
アスパラギン	(a)
グルタミン	12.8
トレオニン	16.0
ヒスチジン	(b)
プロリン	4.0
リシン	51.2
その他	0
合　計	100

〔実験3〕　アデニン(A)とウラシル(U)が１：１の割合で含まれる伝令RNAを人工的につくり，この人工伝令RNAを大腸菌抽出液に加えてタンパク質を合成させた。このタンパク質を〔実験１〕でつくらせたタンパク質と比較したところ，タンパク質１分子に含まれるアミノ酸の数が少なくなっていた。

問１　下線①について，伝令RNAの翻訳に必要な因子を二つあげ(伝令RNAは含めない)，それぞれの役割を説明しなさい。

問２　〔実験１〕の結果について，アミノ酸組成に占めるトレオニンとプロリンの割合は，他の４種のアミノ酸の２倍になっている。その理由を説明しなさい。

問３　〔実験２〕の結果について，表３の(　a　)と(　b　)に入るべき数値を，小数点以下１桁の数値(小数点以下２桁目は四捨五入)で答えなさい。

問４　〔実験３〕の結果について，アミノ酸の数が少なくなった理由を説明しなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　確認テスト

DNAの遺伝情報とその発現に関する次の設問に答えなさい。必要があれば下記の遺伝暗号表を参照しなさい。

	2番目の塩基								
1番目の塩基	U		C		A		G		3番目の塩基
U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止	UGA	終止	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G
C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A
	AUG	メチオニン	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

問１　遺伝暗号は，合成した伝令RNA(mRNA)を用いて，試験管内でポリペプチド(タンパク質)を合成させる以下のような実験１～３によって明らかにされた。なお，合成mRNAを用いて試験管内でポリペプチドを合成させる場合には，mRNAのどの塩基からでもタンパク質の合成が開始される。実験１～３に関して次の問いに答えなさい。

実験１　AとCが交互に並んだ合成mRNAを用いてポリペプチドを合成した。

実験２　CAAの繰り返しからなる合成mRNAを用いてポリペプチドを合成した。

実験３　CとAを３：１の割合で含み，CとAの並び方がランダムである合成mRNAを用いてポリペプチドを合成した。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑴　実験１と実験２でつくられたポリペプチドには，共通したアミノ酸が１つ含まれていた。そのアミノ酸は何ですか。次の中から１つ選びなさい。

①　アラニン	②　バリン
③　ロイシン	④　イソロイシン
⑤　プロリン	⑥　フェニルアラニン
⑦　トリプトファン	⑧　メチオニン
⑨　グリシン	⑩　セリン
⑪　トレオニン	⑫　システイン
⑬　チロシン	⑭　アスパラギン
⑮　グルタミン	⑯　アスパラギン酸
⑰　グルタミン酸	⑱　リシン
⑲　ヒスチジン	⑳　アルギニン

⑵　実験３でつくられたポリペプチドには全部で何種類のアミノ酸が含まれていたと考えられますか。①～⑥の中から１つ選びなさい。

①　3種類　②　4種類　③　5種類　④　6種類
⑤　7種類　⑥　8種類

⑶　実験３でつくられたポリペプチドに最も多く含まれるアミノ酸は，アミノ酸全体の何％含まれていたと考えられますか。小数第１位を四捨五入して答えなさい。

問２　運搬RNA（tRNA）について，①～⑤の中から**間違っているもの**を１つ選びなさい。

①　tRNAは1本鎖のRNA分子が折りたたまれたものである。
②　タンパク質合成を停止させるはたらきをする終止コドンには，それに対応するtRNAが存在しない。
③　tRNAはリボソームで翻訳されることでその機能を発揮する。
④　tRNAはmRNAのコドンと，それが表すアミノ酸を対応させる役割をする。
⑤　tRNAのアンチコドンは，mRNA合成の鋳型となったDNA鎖の塩基配列のＴがＵに変わったものである。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

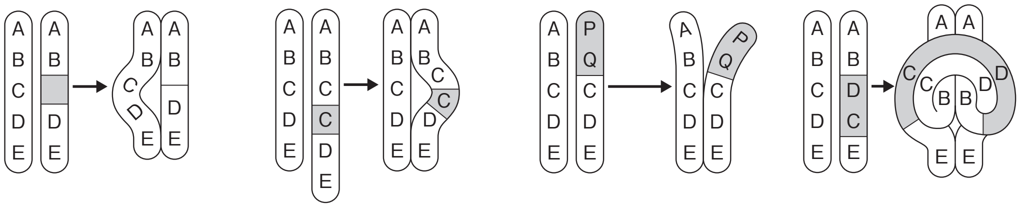
第22講　変異

■変異　…　同種個体間の形質の違い

・環境変異　…　遺伝的要因によらない形質の違い　ex　一卵性双生児に見られる差異
・突然変異　…　遺伝的要因による同種個体間の形質の違い
　　染色体突然変異　…　染色体レベルの変化
　　遺伝子突然変異　…　塩基配列レベルの変化

◆染色体突然変異　…　染色体の構造や数の変化
・構造の変化

欠失　重複　転座　逆位



一部が切れて欠ける　一部が重複する　一部がほかの染色体へ付着する　一部が切れて配列が逆になる

・数の変化　…　染色体数が $2n$ 以外

異数性　$2n\pm1$，2，3…
　ex　ヒト　ダウン症　…　21番トリソミー
　　　　クラインフェルター症候群　…XXY
　　　　ターナー症候群　…X

倍数性　$3n$，$4n$，$5n$…
　ex　種無しスイカ

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆**遺伝子突然変異**　…　塩基配列の変化

置換　…　塩基が他の塩基と入れ換わる。
- 塩基置換によって，指定されるアミノ酸が変化する。
- 塩基置換によって，指定されるアミノ酸が変化しない。
- 塩基置換によって終止コドンが指定され，本来よりも短いポリペプチドが合成される。

ex　ヒト　鎌形赤血球貧血症

ヘモグロビンβ鎖の遺伝子の一塩基が置換，指定されるアミノ酸が変化し，ヘモグロビンの立体構造が変化，重篤な貧血を引き起こす。

正常　DNA　-GGACTCCTC-
mRNA　-CCUGAGGAG-
プロリン　グルタミン酸　グルタミン酸

突然変異体　DNA　-GGACACCTC-
mRNA　-CCUGUGGAG-
プロリン　バリン　グルタミン酸

欠失，付加　…　塩基の一部が抜け落ちたり，追加されることでトリプレットの読み枠が変化，読み枠の変化によって，変化発生箇所の下流においてもアミノ酸配列が大きく変化するため，重篤な表現型の変化につながりやすい。

正常　DNA　-CCCTTTAAATTT-
mRNA　-GGGAAAUUUAAA-
グリシン　リシン　フェニルアラニン　リシン…

突然変異体　DNA　-CCCT　TAAATTT-
mRNA　-GGGA　AUUUAAA-
グリシン　アスパラギン　ロイシン…

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　演習問題

ある細菌で，Ｆ酵素の活性が野生株に比べかなり低下している変異株（Ａ株）と全く活性がなくなっている変異株（Ｂ株）を分離した。この活性低下の原因を探るために，野生株，変異株（Ａ株およびＢ株）のＦ遺伝子のDNA塩基配列を決定し検討した。以下に各株のＦ遺伝子について，転写の際の鋳型となるDNA塩基配列の一部を示す。

野生株　：……ATA CGG ATA CTT CAA TCA CTT ACA GGA……
変異株Ａ：……ATA CGG ATA CTT CAA TCA CTT ACC GGA……
変異株Ｂ：……ATA CGG ATT CTT CAA TCA CTT ACA GGA……

なお，１．この領域以外に株間に差はない，２．このDNA鎖の左から右にmRNAが転写される，３．この配列は９個のアミノ酸に対応する，とする。

以下の問いに答えなさい。

問１　野生株のDNA塩基配列をmRNAの塩基配列に変換しなさい。

問２　野生株のmRNA配列を遺伝暗号表を基にアミノ酸の配列に変換しなさい。

遺伝暗号表

コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸
UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン
UUC	フェニルアラニン	UCC	セリン	UAC	チロシン	UGC	システイン
UUA	ロイシン	UCA	セリン	UAA	終止コドン	UGA	終止コドン
UUG	ロイシン	UCG	セリン	UAG	終止コドン	UGG	トリプトファン
CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン
CUC	ロイシン	CCC	プロリン	CAC	ヒスチジン	CGC	アルギニン
CUA	ロイシン	CCA	プロリン	CAA	グルタミン	CGA	アルギニン
CUG	ロイシン	CCG	プロリン	CAG	グルタミン	CGG	アルギニン
AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン
AUC	イソロイシン	ACC	トレオニン	AAC	アスパラギン	AGC	セリン
AUA	イソロイシン	ACA	トレオニン	AAA	リシン	AGA	アルギニン
AUG	メチオニン，開始コドン	ACG	トレオニン	AAG	リシン	AGG	アルギニン
GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン
GUC	バリン	GCC	アラニン	GAC	アスパラギン酸	GGC	グリシン
GUA	バリン	GCA	アラニン	GAA	グルタミン酸	GGA	グリシン
GUG	バリン	GCG	アラニン	GAG	グルタミン酸	GGG	グリシン

問３　変異株Ａでは，なぜ酵素活性が低下したと考えられるか。句読点を含めて50字以内で説明しなさい。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　変異株Bでは，なぜ酵素活性がなくなったと考えられるか。句読点を含めて50字以内で説明しなさい。

問5　F遺伝子に対応する領域のDNA断片（断片F）を分離し，その塩基組成[%]を調べた。この断片Aには21%のグアニン（G）が含まれていた。この断片Aにはアデニン（A）が何%含まれているか計算し，解答群から最も近い値を1つ選べ。

①　10%　②　20%　③　30%　④　40%　⑤　50%

問6　DNA断片Fから転写の際に鋳型となる側の一本鎖DNAを単離し，その塩基組成を調べたところ，アデニン（A）が36%含まれていた。この一本鎖DNAにはチミン（T）が何%含まれるか計算し，解答群から最も近い値を1つ選べ。

①　20%　②　30%　③　40%　④　50%　⑤　60%

問7　この鋳型側一本鎖DNA全長がRNAに転写されるとき，このRNAに含まれる塩基組成[%]の比$\dfrac{A+U}{G+C}$はいくらになるか計算しなさい。ここでA，U，G，Cはそれぞれアデニン，ウラシル，グアニン，シトシンの塩基組成[%]を表す。解答群から最も近い値を1つ選べ。

①　0.8　②　0.9　③　1.1　④　1.2　⑤　1.4

問8　遺伝子の変化および染色体の形や数の変化をそれぞれ遺伝子突然変異，染色体突然変異と呼ぶ。これらの変異に関して，最も適切な記述を解答群より1つ選べ。

①　両親のX染色体で同じ変異がある場合，生まれてくる子供は男性よりも女性の方が変異に対する影響を受けやすい。

②　タンパク質の情報をもつ部分の遺伝子に塩基の置換がある場合，その結果つくられるタンパク質の構造は変化しないこともある。

③　突然変異によりタンパク質の情報をもつ部分の遺伝子に終止コドンが生じた場合，DNAの複製に影響を及ぼす。

④　突然変異で引き起こされる鎌形赤血球症では，赤血球の異常は観察されるが，ヘモグロビンのアミノ酸配列に変化は認められない。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　確認テスト

次に示した36個の塩基の配列は伝令RNAの一部で，あるタンパク質のアミノ酸配列に関する部分的な情報が存在している。またアミノ酸配列⑴～⑶はこの塩基配列の一ヶ所が変化した場合に予想されるアミノ酸配列を表したもので，㋐～㋘はその変化の種類を表している。それでは⑴～⑶はどの位置（番号）の塩基がどのような変化を起こしたと考えられるか，後ろの遺伝暗号表を利用して答えなさい。ただし解答例にならって，変化したと考えられる塩基の番号（１～36）と変化の種類（ア～ケ）を組み合わせて答えなさい。（解答例：13－ウ）

［塩基配列］

1　　　　　10　　　　　20　　　　　30

－AGACAUCGUGGCACCGUAAUGGUCCAUUCAAACGUC－

［アミノ酸配列⑴］

－イソロイシン－セリン－トリプトファン－ヒスチジン－アルギニン－アスパラギン－グリシン－プロリン－フェニルアラニン－リシン－アルギニン－

［アミノ酸配列⑵］

－トレオニン－セリン－トリプトファン－ヒスチジン－アルギニン－アルギニン－トリプトファン－セリン－イソロイシン－グルタミン－トレオニン－

［アミノ酸配列⑶］

－トレオニン－セリン－グリシン－トレオニン－バリン－メチオニン－バリン－ヒスチジン－セリン－アスパラギン－バリン－

［変化の種類］

㋐　この位置の塩基がＡに変わった。
㋑　この位置の塩基がＧに変わった。
㋒　この位置の塩基がＣに変わった。
㋓　この位置の塩基がＵに変わった。
㋔　この位置に塩基Ａが挿入した。
㋕　この位置に塩基Ｇが挿入した。
㋖　この位置に塩基Ｃが挿入した。
㋗　この位置に塩基Ｕが挿入した。
㋘　この位置の塩基が欠失した。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

遺伝暗号表(各コドンに対応するアミノ酸名)

1番目の塩基	2番目の塩基 U		2番目の塩基 C		2番目の塩基 A		2番目の塩基 G		3番目の塩基
U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止	UGA	終止	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	G
C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	A
	AUG	メチオニン	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

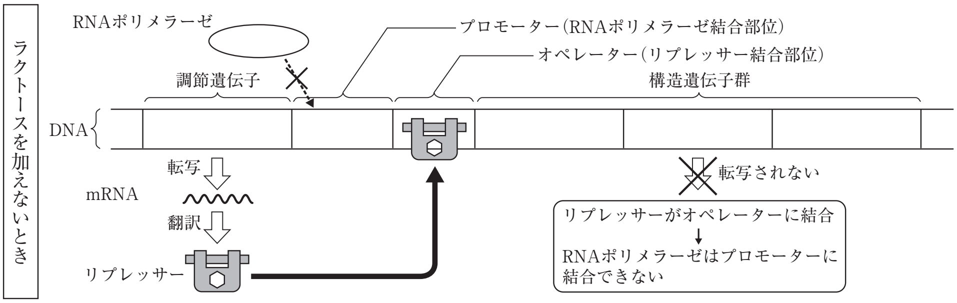
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

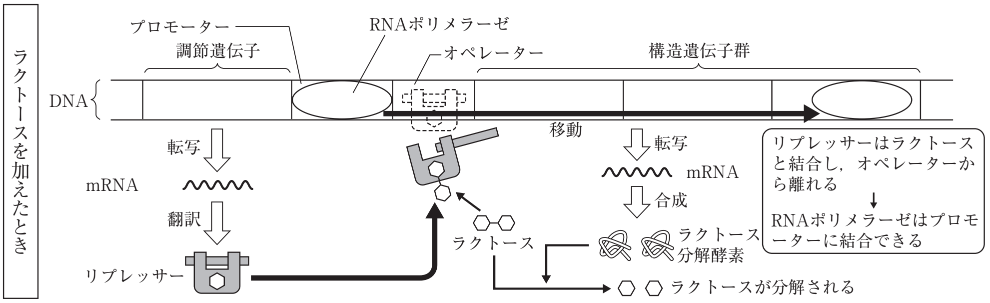
第23講　遺伝子発現の調節

■原核生物の遺伝子発現調節・オペロン

…原核生物のDNA上では機能的に関連のある遺伝子が隣接しており，調節タンパク質とオペレーターの作用によりまとめて転写される場合が多い。この同時に転写される遺伝子群をオペロンと呼ぶ。

◆ラクトースオペロン　…　ラクトース分解酵素の合成調節機構

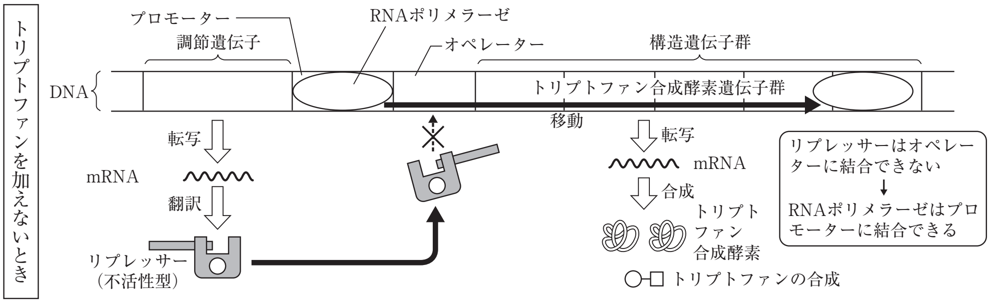


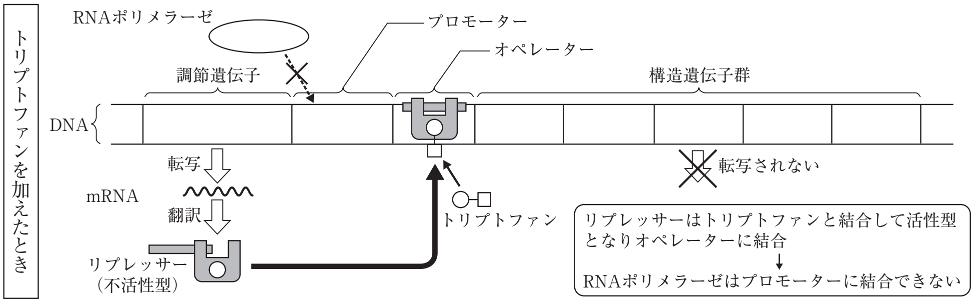


ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

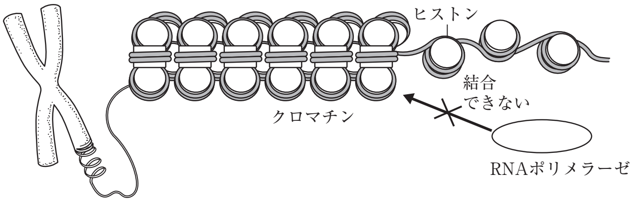
◆**トリプトファンオペロン**　…　トリプトファン合成酵素の合成調節機構





■真核生物の遺伝子発現調節

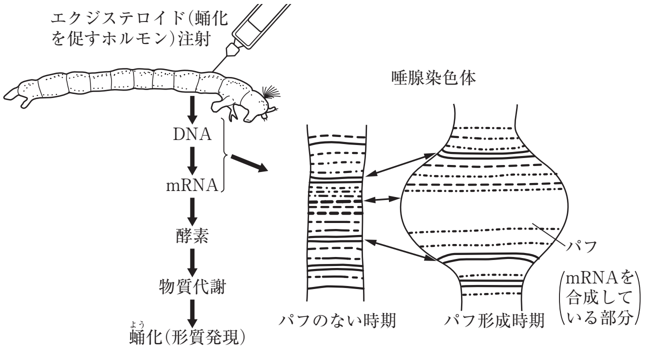
…真核生物では，DNAとヒストンからなるヌクレオソーム構造が緩むことで，転写活性が上がる。さらに，真核生物ではRNAポリメラーゼがDNAに結合するためには基本転写因子と呼ばれるタンパク質が必要であり，その遺伝子発現にはさらに様々な要素が関係している。



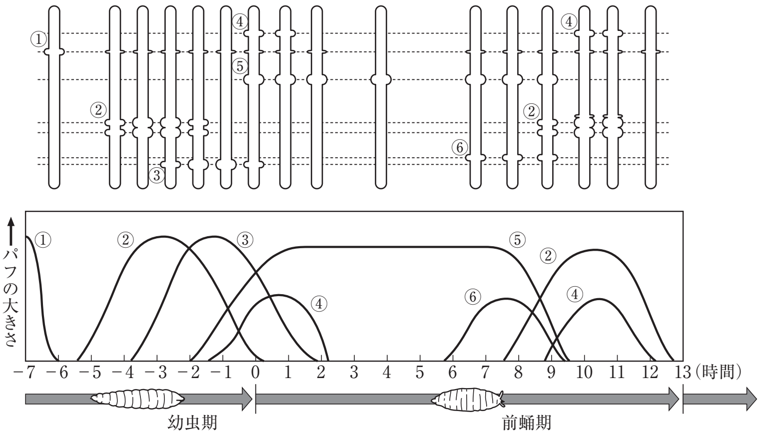
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆パフ

…ショウジョウバエやユスリカの唾腺染色体は巨大であり，染色体上で転写が行われている部分がパフという膨らみとして観察される。パフの位置は発生段階に応じて変わる。



●変態に伴うパフの変化



・発生段階に応じて異なる遺伝子が活性化することにより，分化が進み，形態がつくられる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　演習問題

遺伝情報の転写と翻訳に関する次の文章を読み，問1～5に答えよ。

原核生物では核膜がないため，合成途中のmRNAに(　1　)が結合して翻訳が始まる。一方，真核生物では，DNAは核内に存在し，1つの遺伝子の塩基配列中に，最終的にタンパク質に翻訳される(　2　)と翻訳されないイントロンの各領域がある。DNAを鋳型にして，まず前駆体mRNAが合成される。この前駆体mRNAから，イントロンが切り取られ，(　2　)だけがつなぎ合わされた成熟型mRNAができる。この過程を(　3　)という。

大腸菌では，酵素遺伝子の発現は，一般に転写の段階で調節タンパク質によって調節されている。例えば，培地にトリプトファンが含まれない場合，図1に示すように，トリプトファン合成酵素遺伝子群の調節タンパク質は，単独ではオペレーターに結合できない。この場合，RNAポリメラーゼはプロモーターに結合し，トリプトファン合成酵素遺伝子群の転写が起こる。その結果，トリプトファン合成に関係する酵素群の合成が始まる。また，培地にラクトースが含まれず，大腸菌が糖としてグルコースのみを利用している場合には，ラクトース分解酵素遺伝子群の調節タンパク質はオペレーターに結合する。そのため，RNAポリメラーゼはプロモーターに結合できず，ラクトース分解酵素遺伝子群の転写は起こらない。しかし，大腸菌をグルコースの代わりにラクトースを含む培地に移すと，転写が開始され，ラクトース分解酵素群が合成される。このように，大腸菌では環境変化に応じて酵素遺伝子群の発現が調節されている。

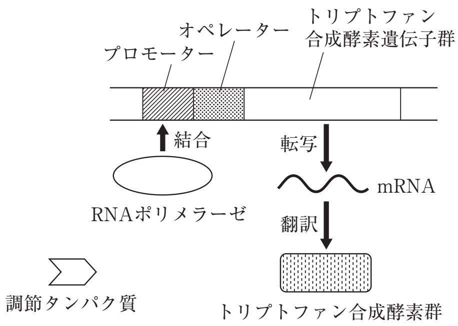


図1

問1　文中の(　1　)～(　3　)に適切な語句を記入せよ。

問2　文中の(　3　)の過程は，細胞のどこで行なわれるか。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　文中の下線部のように，真核生物において１つの遺伝子が複数のイントロンで分断されていることと，mRNAの合成において文中の（　３　）の過程が起こることから考えて，真核生物における遺伝子の転写において最も可能性の高い事柄はどれか。次の(イ)～(ニ)から選び，記号で答えよ。

(イ)　１つの遺伝子から複数種の成熟型mRNAを合成できる

(ロ)　２つの異なる遺伝子から１種類の成熟型mRNAを合成できる

(ハ)　合成される成熟型mRNAの長さは，遺伝子に含まれるイントロンの数に比例する

(ニ)　切り取られたイントロンが組み合わされて新たな遺伝子がつくられ，再び転写が起こる

問４　大腸菌の培地中にトリプトファンが存在すると，トリプトファン合成酵素遺伝子群の転写は抑制される。この調節の仕組みとして，最も適切なものはどれか。次の(イ)～(ニ)から選び，記号で答えよ。

(イ)　トリプトファンと結合した調節タンパク質が，RNAポリメラーゼ活性を直接阻害する

(ロ)　トリプトファンと結合した調節タンパク質が，プロモーターとオペレーターの両方に結合し，RNAポリメラーゼがDNAに結合することができない

(ハ)　トリプトファンと結合した調節タンパク質が，プロモーターに結合し，RNAポリメラーゼが結合できない

(ニ)　トリプトファンと結合した調節タンパク質が，オペレーターに結合し，RNAポリメラーゼがプロモーターに結合できない

問５　大腸菌の培地にグルコースがなく，ラクトースが含まれていると，ラクトースから誘導された物質がラクトース分解酵素遺伝子群の転写を開始させる。ラクトースから誘導された物質のはたらきとして最も適切な説明を，次の(イ)～(ニ)から選び，記号で答えよ。

(イ)　RNAポリメラーゼに結合し，活性を促進する

(ロ)　調節タンパク質の遺伝子の転写を抑制する

(ハ)　オペレーターに結合している調節タンパク質に結合し，調節タンパク質をオペレーターからはずす

(ニ)　オペレーターに結合している調節タンパク質に結合し，オペレーターの立体構造を変化させ，RNAポリメラーゼをはたらきやすくする

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　確認テスト

培地にグルコースがあるとき，大腸菌のラクトースオペロンの転写は抑制されている。グルコースがなくラクトースを含む培地に大腸菌が移されると，ラクトースオペロンの転写がはじまり，ラクターゼ(＝ガラクトシダーゼ)が誘導され，大腸菌はラクトースを利用できるようになる。こうした大腸菌のラクトースオペロンに関する問い(問1～4)に答えなさい。

問1　ラクターゼに関する正しい記述はどれか。

① ラクトースから脱水素反応によりグルコースをつくる分解酵素である。
② グルコースとフルクトースの結合を分解する加水分解酵素である。
③ グルコースとガラクトースの結合を分解する加水分解酵素である。
④ グルコースが二つ結合した二糖類を分解する加水分解酵素である。
⑤ ラクトースからガラクトースをへて，グルコースをつくる加水分解酵素である。

問2　ラクトースオペロンの転写を調節する仕組みに関する記述の中で，**誤っているもの**はどれか。２つ選びなさい。ただし，解答の順序は問わない。

① 調節遺伝子から翻訳された抑制物質(リプレッサー)がオペレーターに結合していると，RNAポリメラーゼがプロモーターに結合できない。
② ラクトースオペロンの転写に対して，抑制物質としてはたらくのはグルコースである。
③ 誘導物質が抑制物質と複合体をつくるので，抑制物質の立体構造が変化しオペレーターに結合できない。
④ RNAポリメラーゼがプロモーターに結合できるようになると，ラクトースオペロンの転写がはじまる。
⑤ 調節遺伝子は，ラクトースの有無にかかわらず転写されている。
⑥ ラクトースオペロンの転写がはじまると，ラクターゼのみが選択的に誘導される。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　ある変異が生じた大腸菌では，培地にラクトースを加えなくてもラクターゼが合成されていた。このことはどのような変異が生じたことによると考えられるか。２つ選びなさい。ただし，解答の順序は問わない。

① 酵素をつくる遺伝子が変異して，抑制物質がオペレーターに結合したままになった。
② オペレーターが変異して，グルコースと抑制物質との複合体と結合するようになった。
③ オペレーターが変異して，抑制物質とオペレーターとが結合できなくなった。
④ 調節遺伝子が変異して，抑制物質がオペレーターに結合できなくなった。
⑤ プロモーターが変異して，抑制物質が合成されなくなった。
⑥ グルコース分解酵素の遺伝子が変異した。

問４　ラクトースを含む培地の中にア～オの中のある薬品を添加すると，ラクターゼが合成されなくなる。ラクターゼが合成されなくなると考えられる薬品はどれか。

ア　DNAポリメラーゼのはたらきを阻害する薬品
イ　紡錘糸形成を阻害する薬品
ウ　RNAポリメラーゼのはたらきを阻害する薬品
エ　ペプチド結合の形成を阻害する薬品
オ　細胞膜の脂質二重層だけをこわすはたらきがある薬品

① ア，イ　② ア，イ，オ　③ ア，ウ，オ　④ ア，エ
⑤ イ，ウ，エ　⑥ イ，エ　⑦ イ，オ　⑧ ウ，エ
⑨ エ，オ

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

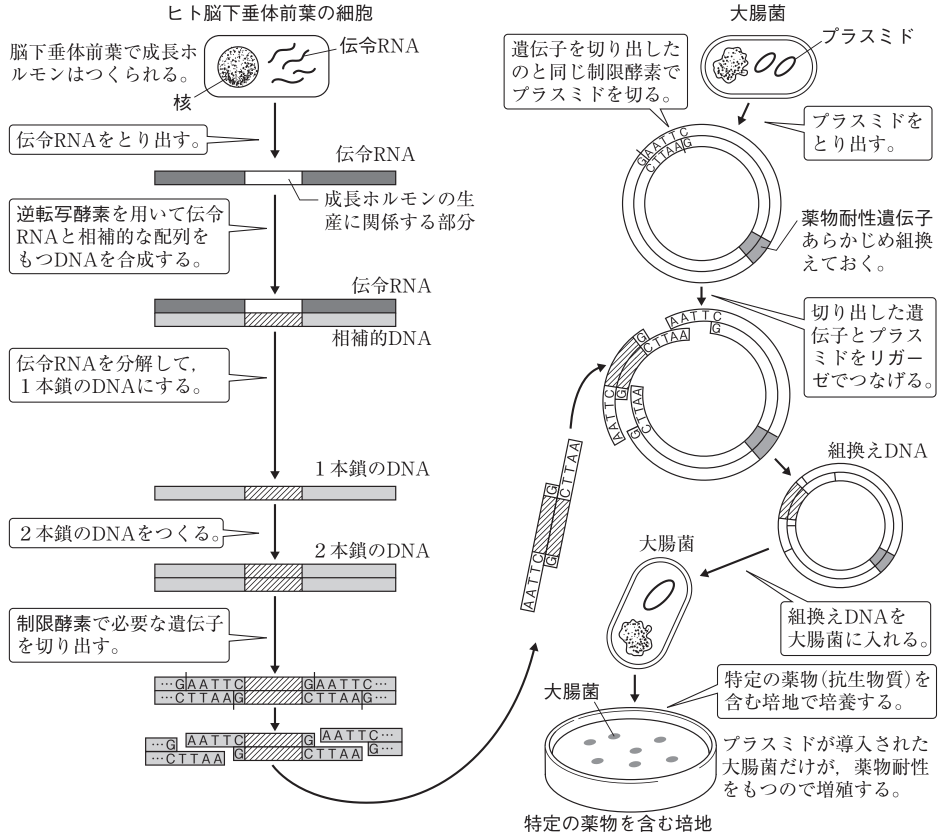
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　バイオテクノロジー①

■遺伝子組換え

…制限酵素とリガーゼを用いて，特定の遺伝子をプラスミドに組み込み，大腸菌に導入する。外来の有用遺伝子を組み込むことで，さまざまな物質を合成させることが出来る。

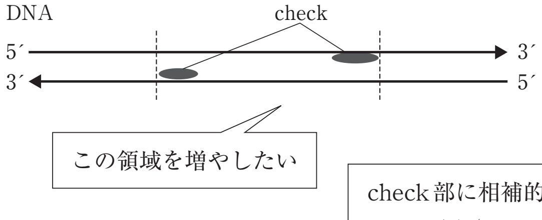
ex　ヒトの成長ホルモンの合成



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■PCR法

…DNA増幅法



反応溶液に，目的の領域を含むDNA断片，大量のヌクレオチド，DNAポリメラーゼ，大量のプライマーを入れる

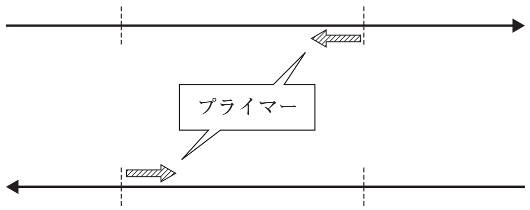
check部に相補的に結合する短いDNA断片（RNA断片の場合もあり）ポリメラーゼによるDNA合成の起点となる。方向性に注意が必要。

温泉に生息する好熱性細菌より抽出，最適温度は72℃，90℃以上の条件でも熱変性しない。

Step1　95℃にて

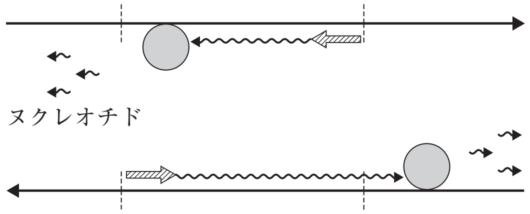
・水素結合がほどけて，２本鎖DNAから１本鎖DNAへ

Step2　55℃にて

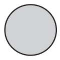


・多量に存在するプライマーがcheck部に結合

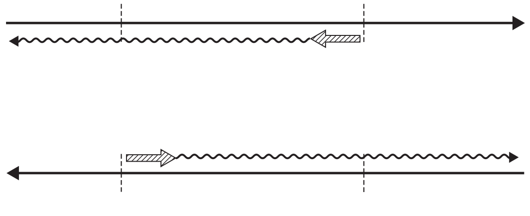
Step3　72℃にて



・最適温度にてDNAポリメラーゼがDNA合成開始

：DNAポリメラーゼ

：新生されたヌクレオチド鎖



Step１からStep３を繰り返すことで，DNAは２倍に増幅される。１サイクル10分程度で終了する。
一晩PCR装置を動かしておくだけで，１分子のDNAから十分な量のDNA断片を得ることが出来る。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　演習問題

遺伝子組換えに関する次の文章を読み，問１～６に答えよ。

ヒトの遺伝子Ｘが組込まれたプラスミド（組換えプラスミド）を得るために，次の〔実験〕を行なった。この実験では，制限酵素として，Ａ，Ｂ，Ｃの３種類の酵素を使用した。これらの制限酵素は，図１に示すようにそれぞれ特定の６塩基対の塩基配列を認識し，矢印が示す線のようにDNAを切断する。一方，ヒトの遺伝子Ｘの近くには，図２のように３種類の制限酵素の切断部位が存在している。実験に使用したプラスミドは，図３に示すように抗生物質アンピシリンを無毒化する*amp*^{R}遺伝子および抗生物質カナマイシンを無毒化する*kan*^{R}遺伝子をもっており，*kan*^{R}遺伝子の中央には，制限酵素Ａの切断部位が存在する。

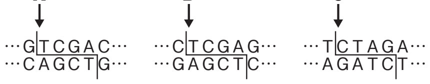


図１

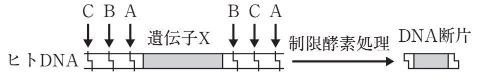


図２

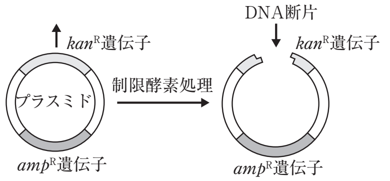


図３

〔実験〕

操作１：ヒトの遺伝子Ｘを含む２本鎖DNAを，制限酵素Ａ，Ｂ，Ｃのうちの１種類，あるいは２種類を含む液で処理し，遺伝子Ｘを含むDNA断片を切り出した。

操作２：プラスミドを制限酵素Ａで切断した。

操作３：操作１の遺伝子Ｘを含むDNA断片と操作２で切断したプラスミドを混合し，DNAリガーゼを作用させて切断部位をつなぎ合わせ，組換えプラスミドを得た。

操作４：操作３で得られた組換えプラスミドを大腸菌に取り込ませた。

操作５：操作４で得られた大腸菌を寒天平板培地上で培養し，コロニーの形成を調べた。

問１　操作１～操作３において，次の(イ)～(ホ)の酵素液を用いて切断した遺伝子Ｘを含むDNA断片を，制限酵素Ａで切断したプラスミドにつなぎ合わせる実験を行なった。このときに，遺伝子Ｘの組換えプラスミドが得られる酵素液はどれか。正しいものをすべて選び，記号で答えよ。

(イ)　制限酵素Ａのみを含む液　　(ロ)　制限酵素Ｂのみを含む液

(ハ)　制限酵素Ｃのみを含む液　　(ニ)　制限酵素ＡとＢを含む液

(ホ)　制限酵素ＡとＣを含む液

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　問1でDNA断片がプラスミドに組込まれるとき，その接合部（1本鎖になった4塩基部分）は特定の塩基どうしで結合する。この性質を何と呼ぶか。

問3　操作5において，大腸菌を次の(イ)〜(ニ)の寒天平板培地上で培養した。組換えプラスミドを取り込んだ大腸菌がコロニーを形成できる寒天平板培地をすべて選び,記号で答えよ。

(イ)　アンピシリンのみを含む寒天培地

(ロ)　カナマイシンのみを含む寒天培地

(ハ)　アンピシリンとカナマイシンのどちらも含む寒天培地

(ニ)　アンピシリンとカナマイシンのどちらも含まない寒天培地

問4　操作5において，組換えプラスミドを取り込んだ大腸菌のコロニーを特定する場合，そのコロニーを選ぶ方法として正しいものを，次の(イ)〜(ハ)の中から選び，記号で答えよ。

(イ)　アンピシリンを含む寒天培地で生育するコロニーを，カナマイシンを含む寒天培地に植え付けると，コロニーが形成されないもの

(ロ)　カナマイシンを含む寒天培地で生育するコロニーを，アンピシリンを含む寒天培地に植え付けると，コロニーが形成されないもの

(ハ)　アンピシリンとカナマイシンの両方を含む寒天培地でコロニーが形成されるもの

問5　この実験で得られた組換えプラスミドを取り込んだ大腸菌は，1時間に1回分裂する。この大腸菌1個を寒天培地に植え付け，5時間培養すると，そのコロニーに含まれる大腸菌全体の組換えプラスミドの数はいくつか。ただし，大腸菌は同時に分裂し，大腸菌1個には組換えプラスミドが常に10個含まれているものとする。

問6　問1で得られるすべての組換えプラスミドを大腸菌から精製し，制限酵素Aで切断を試みた場合，どのような結果が予測されるか。次の(イ)〜(ハ)の中から正しいものを選び，記号で答えよ。

(イ)　すべての組換えプラスミドから，遺伝子Xを含むDNA断片を切り出すことができる。

(ロ)　すべての組換えプラスミドから，遺伝子Xを含むDNA断片を切り出すことができない。

(ハ)　遺伝子Xを含むDNA断片を切り出せる組換えプラスミドと切り出せない組換えプラスミドの両者がある。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　確認テスト

核酸とPCR法に関する以下の設問に答えよ。

核酸はDNAとRNAの２種類に分けられ，どちらも構成単位であるヌクレオチドが多数結合したポリヌクレオチドである。ヌクレオチドには塩基が含まれており，DNAとRNAに含まれる塩基を比較すると，[1]はRNAのみに含まれる。また，２本鎖DNAにはAと[2]が同数含まれている。

バイオテクノロジーの発展に伴い，試験管内の反応により，わずかなDNAを増幅することで均一で多量のDNAを得る方法が開発された。この方法はPCR法（ポリメラーゼ連鎖反応法）と呼ばれ，現在では，遺伝子診断や犯罪捜査などにも活用されている。

PCR法では，増幅する2本鎖DNAの両端の複製を開始させる部分それぞれに相補的な塩基配列を持つ短い１本鎖DNAを2種類人工的に作製する。この短い１本鎖DNAはプライマーと呼ばれている。実際の反応では，増幅させる2本鎖DNA，２種類のプライマー，DNAポリメラーゼと４種類のヌクレオチドなどを加えた反応液を，まず，(1)95℃に加熱する。この加熱により増幅するDNAを１本鎖に分離する。次に，(2)反応液の温度を素早く60℃まで冷やす。この操作により２本のプライマーが1本鎖状態のDNAのそれぞれの複製を開始する部分に結合する。さらに，(3)反応液の温度を72℃に加熱する。この操作によりDNAポリメラーゼがはたらき，プライマーに続く相補的なDNA鎖が合成される。(1)→(2)→(3)の操作を何度も繰り返すことで目的のDNAを多量に増幅する。仮に，増幅させたい2本鎖DNAが1個含まれている反応液を準備して，この操作を繰り返した場合，3回繰り返した後の反応液中にはDNAは[3]個含まれる。10回繰り返した後の反応液中にはDNAは[4]個含まれ，反応開始前に含まれていたDNA鎖を含むDNAは[5]個存在する。

ヒトのあるタンパク質を大腸菌で生産させるプラスミドを作製するために，あるタンパク質のmRNAを酵素を用いた逆転写反応によって，mRNAと相補的な配列をもつ２本鎖DNAを合成した。その後，ア<u>この2本鎖DNAにおいてタンパク質の開始コドンにあたる領域と終止コドンにあたる領域にそれぞれ相補的な2種類のプライマーを人工的に作製して，PCR法によりこのDNAを増幅した</u>。イ<u>増幅したDNAをプラスミドに組み込むことにより，タンパク質生産用のプラスミドを完成させた</u>。

問１　文章中の[1]，[2]に入るもっとも適切なものを次の①～⑤の中からそれぞれ１つずつ選べ。ただし，同じものを２回選んでもよい。

①　A　　②　C　　③　G　　④　T
⑤　U

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　K，N，O，P，Sの元素の中で核酸には**含まれないもの**の組み合わせを次の①～⑩の中から１つ選べ。

① K，N　② K，O　③ K，P　④ K，S
⑤ N，O　⑥ N，P　⑦ N，S　⑧ O，P
⑨ O，S　⑩ P，S

問３　文章中の[3]～[5]に入るもっとも適切なものを次の①～⑩の中からそれぞれ１つずつ選べ。ただし，同じものを２回以上選んでもよい。

① 1　② 2　③ 4　④ 7
⑤ 8　⑥ 16　⑦ 20　⑧ 256
⑨ 1024　⑩ 2048

問４　PCR法によるDNA増幅と細胞分裂時のDNA複製を比較した説明文A～Eのうち正しいものの組み合わせとしてもっとも適切なものを次の①～⑩の中から１つ選べ。

A．DNAの二重らせんがほどかれて１本鎖となる原理は両者共に同じである。
B．DNAの二重らせんがほどかれて１本鎖となる原理は両者の間で異なり，一方は酵素を必要とする。
C．PCR法によるDNA増幅のみ保存的複製の原理でDNAが合成される。
D．両者共に半保存的複製の原理でDNAが合成される。
E．PCR法によるDNA増幅のみ半保存的複製の原理でDNAが合成される。

① A，B　② A，C　③ A，D　④ A，E
⑤ B，C　⑥ B，D　⑦ B，E　⑧ C，D
⑨ C，E　⑩ D，E

問５　PCR法によるDNA増幅に用いられるDNAポリメラーゼの性質に関する説明文A～Eのうち正しいものの組み合わせとしてもっとも適切なものを次の①～⑩の中から１つ選べ。

A．酵素の最適温度は60℃から95℃である。
B．酵素の最適温度は60℃から72℃である。
C．酵素の最適温度は72℃以上である。
D．95℃の高熱下でも安定である。
E．95℃の高熱下では変性し，失活する。

① A，B　② A，C　③ A，D　④ A，E
⑤ B，C　⑥ B，D　⑦ B，E　⑧ C，D
⑨ C，E　⑩ D，E

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〈 Memo 〉

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

テキスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　演習問題

問１　③
問２　④
問３　⑨
問４　⑤
問５　⑦

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第2講　演習問題

問1　(1) リボソーム　(2) RNA(r-RNA)　(3) 中心体
(4) ゴルジ体　(5) ミトコンドリア　(6) ATP

問2　(7)　数値　(ウ)　単位　(イ)
(8)　数値　(ウ)　単位　(ウ)

問3　117μm

問4　(i)　(ウ)　(ii)　(カ)　(iii)　(エ)　(iv)　(キ)　(v)　(ア)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　演習問題

問１　[1]　20　[2]，[3]　カルボキシル基，アミノ基（順不同）
[4]　側鎖　[5]　ペプチド　[6]　配列（配列順序）
[7]　らせん（へリックス）　[8]　ジグザク（シート，平面）

問２　特定な位置にＳ－Ｓ結合ができることで，リボヌクレアーゼＡは酵素活性を発揮できる特異的な立体構造をとることができるから。(59)

問３　(1)　105通り　(2)　0.95％

問４　(1)　好熱性細菌のタンパク質ではＳ－Ｓ結合が多い。(20)
(2)　Ｓ－Ｓ結合の存在によって構造的に安定化し，高温でも変性せずに活性が維持される。(39)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第4講　演習問題

問1　①，⑦，⑩

問2　②

問3　③

問4　A　④　　B　①　　C　③　　D　②

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　演習問題

問１　(A)　前期　　(B)　中期　　(C)　終期

問２　(ハ)

問３　細胞周期　20時間　　M期　２時間

問４　G_1期　(イ)　　G_2期　(ハ)

問５　(ニ)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第6講　演習問題

問1　[1] ④　[2] ⓖ　[3] ⑥　[4] ②　[5] ①

問2　③

問3　④

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第7講　演習問題

問1　(1) ⑨　(2) ⑥　(3) ⑦　(4) ②　(5) ⑦
(6) ④

問2　体細胞分裂　…　③　減数第一分裂　…　⑥

問3　⑦

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８講　演習問題

問１　ｂ）
問２　ｃ）
問３　ｃ）
問４　ｅ）
問５　ｃ）

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　演習問題

問１　⑤

問２　②

問３　(1)　⑥　　(2)　①

問４　④

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　演習問題

問１　(ア)　二次間充織　(イ)　一次間充織　(ウ)　原口

問２　(B)，(D)

問３　卵黄の量が少なく，卵全体に均等に分布している。

問４　自身は一次間充織に分化するとともに，周囲の細胞に働きかけて陥入を引き起こし，二次間充織と内胚葉の分化を誘導する。

問５　小割球が除去された場合は，その働きを大割球が行うようになるため。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　演習問題

問１　d）
問２　d）
問３　b），c），e）

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　演習問題

問１　上皮　③　　間充織　②

問２　④

問３　④，⑥

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第13講　演習問題

問１　ｄ），ｅ）
問２　ｂ），ｅ）
問３　ｃ）
問４　ａ）
問５　ｅ）

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　演習問題

問１　(イ)　解糖　　(ロ)　グリコーゲン

問２　１　ピルビン酸　　２　二酸化炭素

問３　補酵素

問４　２分子

問５　19倍

問６　270ｇ

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　演習問題

問1　解糖系，クエン酸回路，電子伝達系

２番目…エ，マトリックス　　３番目…イ，内膜

問2　染色体DNAとは別に独自のDNAを持つ，

内外異質の二重膜を持つ

問3　トリパルミチン　0.70

$2C_{51}H_{98}O_6 + 145O_2 \longrightarrow 102CO_2 + 98H_2O$

イソロイシン　0.80

$2C_6H_{13}NO_2 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 10H_2O + 2NH_3$

問4　0.7，脂肪

問5　呼吸　6[mg]

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O$

発酵　27[mg]

$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　演習問題

A

問１　a　クチクラ　b　さく状　c　海綿状　d　気孔

問２　ウ，チラコイド

問３　②　d　③　c　④　a　⑤　b
　　　⑥　h　⑦　i

問４　カルビン・ベンソン回路

B

問５

A　C_3化合物

理由：CO_2濃度の減少によりC_5化合物からC_3化合物の合成は抑制され，C_5化合物は増加する。しかし，次の化合物への反応はすぐには抑制されないので，C_3化合物の量は減少すると考えられる。

問６　A　ア）　B　カ）

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　演習問題

問１　４（キロルクス）

問２　(エ)

問３　24.5（mg）

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　演習問題

問１　ア　窒素同化　イ　窒素固定　ウ　アンモニウム
　　　エ　マメ　オ　有機窒素

問２　(a)，(g)

問３　根粒菌は窒素固定によって得たアンモニウムイオンをマメ科植物に供給し，マメ科植物は光合成などによって得た同化産物を根粒菌に供給している。

問４　酸素

問５　①，②，③

問６　Ａ　グルタミン酸　Ｂ　グルタミン

問７　40.4（％）

問８　15

問９　(a)，(c)，(e)，(f)，(h)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第19講　演習問題

問１　a．１　⑦　　２　⑨　　３　②

　　　b．４　②　　５　⑨

問２　a．一回分裂後　②　　二回分裂後　①

　　　b．一回分裂後　②　　二回分裂後　①　　四回分裂後　③

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　演習問題

問１　②

問２　⑤

問３　①，③，⑤

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　演習問題

問１

・リボソーム

役割…mRNAと結合して翻訳の場となり，tRNAの運んできたアミノ酸同士をペプチド結合でつないでいく。

・運搬RNA［tRNA］

役割…アミノ酸と結合してリボソームまでアミノ酸を運搬する。アンチコドンでmRNAのコドンと相補的な結合を形成し，塩基配列からアミノ酸配列への遺伝情報の変換を行う。

問２　AとCで構成される遺伝暗号全８種類のうち，他の４種アミノ酸が１種類ずつなのに対し，トレオニンとプロリンは２種類存在するため。

問３　a　12.8　　b　3.2

問４　UAAが終止コドンとして働くため，ペプチドへの翻訳が途中で終わるから。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　演習問題

問１　UAU GCC UAU GAA GUU AGU GAA UGU CCU

問２　チロシン，アラニン，チロシン，グルタミン酸，バリン，セリン
　グルタミン酸，システイン，プロリン

問３　塩基置換によってアミノ酸がシステインからトリプトファンに変わり，タンパク質の立体構造が変化したため。(50字)

問４　塩基置換により終止コドンが出来てしまい，翻訳が途中で終了し活性のない短い断片のみしか発現しないため。(50字)

問５　③

問６　①

問７　⑤

問８　②

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　演習問題

問１　１，リボソーム　２，エキソン　３，スプライシング

問２　核

問３　(イ)

問４　(ニ)

問５　(ハ)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　演習問題

問１　(イ)，(ロ)，(ニ)

問２　相補性

問３　(イ)，(ニ)

問４　(イ)

問５　320個

問６　(ハ)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

確認テスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第１講　確認テスト

問１　⑥

問２　③

問３　②，③，⑦

【解説】

問１　細菌類とラン藻類は，原核生物と呼ばれる核膜をもたない原始的な生物群に含まれる。一方，緑藻類や繊毛虫類は核膜に包まれた核をもつ真核生物である。繊毛虫というと聞きなれないかもしれないが，ゾウリムシやツリガネムシなどが繊毛虫類に含まれる。原核生物は細胞内に膜構造が発達せず，ミトコンドリアや葉緑体，ゴルジ体などの細胞小器官をもたないが，細胞膜や細胞壁，リボソームなどは確認される。以上より，選択肢の⑥が妥当であると判断できる。真核生物の染色体は普段は核内に拡散しているが，分裂時に太く棒状に凝集して光学顕微鏡でも確認できる状態になる。原核生物では，その細胞質中に環状のDNA分子として染色体をもつ。

問２　原核生物には，ミトコンドリアや葉緑体，ゴルジ体などの細胞内膜構造は見られないが，真核生物では動物細胞でも植物細胞でも明瞭な核膜やゴルジ体は確認できる。以上より，解答は③となる。

問３　問１より㈹はミトコンドリアである。ミトコンドリアは二重膜構造をもつ細胞小器官であり，酸素を用いて有機物から多量のエネルギーを抽出する好気呼吸を行う。好気性細菌の共生に由来するため，独自のDNAを内部にもつと考えられており，ヤヌスグリーンという染色液で青緑色に染まる。ゆえに解答は②，③，⑦となる。ミトコンドリアの内部は内膜がひだ状構造を成したクリステが見られるが，光学顕微鏡では確認できない。⑤，⑥は葉緑体の説明である。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第2講　確認テスト

問1　②，⑤

問2　①　　問3　②　　問4　③　　問5　(キ)

【解説】

問1　②，⑤が不適である。②について，最初は倍率の低いレンズを用いるが，対物レンズを替える場合に回すのは，“調節ねじ”ではなく“レボルバー”である。⑤について，対物レンズは高倍率ほど長くなるため，プレパラートを割ってしまいやすい。横から見ながら対物レンズとプレパラートの距離を縮めて，両者を離しながらピントを合わせるという，手順に乗っ取った操作が肝要である。その他の選択肢の内容は正しい。③について，高倍率の観察では視野が暗くなるため，より光を集めやすい凹面鏡を用いる。⑦について，焦点深度とはピントの合う縦の幅であり，横の幅と同様，高倍率にするとその幅は小さくなる。

問2　光学顕微鏡で観察する像は，上下左右が逆転した倒立像である。そのため右下に見えた物体も実際はステージ上では左上に位置する。視野の中央にもってくるためには右下にプレパラートを動かす必要がある。ゆえに①が正解となる。

問3　レンズの倍率を2倍にすると，視野に含まれる面積はもとの4分の1となる。　この問題ではレンズの倍率が4倍になっているので，視野に含まれる面積は16分の1となる。もとの視野には48個の細胞が散在していたので，倍率を上げた場合はその16分の1である3個が視野内に確認できることになる。ゆえに②が正解。

問4　ステージ上に乗せる対物ミクロメーターは1ミリを100等分した10μm間隔の目盛が刻んである。その対物ミクロメーター7目盛分と接眼ミクロメーター5目盛分が一致していたので，接眼ミクロメーターの1目盛の大きさを$x\mu$mとすると，
$5\times x=7\times 10$が成り立つ。そのため，$x=14\mu$mとなり③が正解となる。

問5　選択肢の中で，エイズウィルスは非細胞成分であり90nmと非常に小さい。ミトコンドリアは原核生物に由来する細胞小器官であり，1μm程度の大きさとなる。ヒトの赤血球は約7.5μmで，ヒトの細胞のなかではかなり小型である。ヒトの精子の頭部の大きさは赤血球と大差ないが，精子は長いべん毛をもつため，その長軸の長さは60μmにもなる。坐骨神経は人体で最大の大きさの細胞であり，その軸索が1mにも達する場合がある。以上より，(キ)が正解となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

問１　１　③　　２　⑥　　３　④　　４　⑦
問２　⑥
問３　④，⑥
問４　①

【解説】

問１　生体内で機能するタンパク質は，アミノ酸のカルボキシル基と別のアミノ酸のアミノ基が脱水縮合で直鎖状に結合したポリペプチドで出来ている。このアミノ酸間で起こる脱水縮合を特に，ペプチド結合と呼ぶ。ポリペプチドは局所的にらせん状の構造(αヘリックス)やシート状のジグザグ構造(βシート)などの二次構造を取りながら複雑に折りたたまれ，タンパク質固有の立体構造を形成する。このタンパク質に固有の全体的な立体構造を三次構造と呼ぶ。

問２　⑥が不適切である。アミラーゼはデンプンをマルトースに分解するのは正しいが，マルターゼはマルトースをグルコースに分解する酵素である。基質と生成物の関係が逆である。その他の選択肢は正しい。リパーゼの最適pHは一般的な知識ではないが，リパーゼがすい液に含まれることを考慮すると，その最適pHが弱塩基性にずれていることは十分予測できる。

問３　④，⑥が正しい。④について，特定の酵素が切断できる箇所は決まっているため，一定量のタンパク質が完全に分解されて出来る生成物の種類は，酵素の量によらず一定となる。⑥は触媒の一般的な性質である。①について，タンパク質が分解された場合，ペプチドの末端が切断されることでアミノ酸が生成されることも起こり得るので不適。②について，タンパク質のどの部分を切断するかは酵素の特異性によって決定しているので，酵素が変われば切断箇所も変わるため，生成物の種類も変わる。③について，アミノ酸間のペプチド結合は加水分解で切断されるため水が関与する。⑤について，酵素の触媒活性は非常に強力であり，塩酸による非特異的な作用よりも触媒活性は大きい。

問４　①が誤っている。①について，合成洗剤は弱アルカリ性なのであれば，用いる酵素の最適ｐＨも弱アルカリ性である方が効果的に汚れを落とせる。その他の内容は全て正しい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第４講　確認テスト

問１　(ア)　⑤　(イ)　⑨　(ウ)　⑧　(エ)　⑭
問２　(a)　④　(b)　13　(c)　21

【解説】

問１　酵素反応速度は，単位時間あたりの生成物量として評価されるが，これは酵素と基質が結合して形成される“酵素基質複合体”の濃度に比例する。酵素量に対して基質量が少ない時には，基質の濃度を上げることで酵素と基質の衝突の可能性が上がるため，反応速度は上昇する。しかし，基質が十分にある場合は，全ての酵素が基質と結合し“酵素基質複合体”になってしまっている。この場合，それ以上基質濃度を上げても反応速度は上昇しない。

問２

(a)　図１Ａで酵素濃度のみ半分になった場合，すべての基質が反応し生成物になるまでの時間が長くなると考えられる。基質濃度は変えていないので，グラフはエとなる。よって正解は，④となる。

(b)　図１Ａで基質濃度を変えずに酵素濃度が２倍になった場合，すべての基質が反応し生成物になってしまうまでの時間が短くなると考えられる。基質濃度は変えていないので，グラフはウとなる。また図1Bで酵素濃度が２倍になった場合は，全ての基質濃度において，もとの２倍の反応速度となるはずである。ゆえにグラフはクとなる。以上より13が正解となる。

(c)　図１Ａに競争的阻害剤を与えたとしても，ある程度活性のある酵素が残るのであれば，十分な時間がたてばすべての基質を分解し終わると考えられる。ゆえに図１Ａではグラフのエが正しい。また図1Bでは，基質濃度が小さい場合は競争的な阻害の影響が大きいが，基質濃度が大きい場合は活性部位の大部分を本来の基質が占めてしまい阻害剤の結合する機会が少なくなるため，阻害の効果が小さくなると考えられる。ゆえに図1Bではグラフのコが正しい。以上より21が正解となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５講　確認テスト

(a)　②，③，⑦

(b)　⑩

(c)　③

【解説】

(a)　体細胞分裂においても減数分裂においても，核分裂は細胞質分裂に先行する。細胞は，DNA合成準備期(G_1期)，DNA合成期(S期)，分裂準備期(G_2期)および分裂期(M期)という細胞周期を繰り返すことにより増殖し，特に前者の３つの時期を合わせて間期と呼ぶ。⑤の核膜の消失は分裂期の前期で観察される。⑥の相同染色体の結合は，減数第一分裂の前期に観察される。⑦は動物細胞の細胞質分裂の様子を正しく表現している。⑧の紡錘糸の移動は分裂期の後期に観察される。以上より，②，③，⑦の３つが正しい。

(b)　細胞周期の進行に伴って，細胞のDNA量は変化する。G_1期の細胞あたりのDNA相対量を1とすると，S期のDNA合成によって段階的に2に増え，G_2期と分裂期においてはそのままDNA量は維持されるが，分裂期の終わりの細胞質分裂によって細胞あたりのDNA量は半減する。そのため図2のBの領域はG_1期の細胞を，Cの領域はS期の細胞を，Dの領域はG_2期とM期の細胞の存在を反映することになる。多くの細胞が同調せずに分裂を繰り返している組織の顕微鏡観察では，観察された細胞全体のなかでの各期の細胞の占める割合は，細胞周期全体における各期に要する時間の割合と一致する。ゆえに，細胞周期全体の時間のなかで，36.2％がG_1期に要する時間であり，23.1％がG_2期とM期に要する時間であり，残りの40.7％がS期に要する時間となる。分裂中期の染色体が観察されるのは，Dの領域にある細胞であるため，①，②は不適。B，C，Dの領域の割合から各期にある細胞の数，各期に要する時間はS期＞G_1期＞G_2期＋M期となる。ゆえに，③，④，⑤，⑥は不適。⑦もG_1期とS期にある細胞の数は36.2：40.7なので，2:1とは言えないため不適。一般的な体細胞分裂では$4n$の細胞は観察されないため，⑧，⑨も不適となるため，正解は⑩となる。

(c)　図1より，24時間ごとに細胞数が2倍になっていることから，細胞周期を一周するのに要する時間は24時間であると考えられる。G_1期の2倍のDNA量を持つ時期はDの領域に相当するので，$24 \times 0.231 = 5.544$時間となり，③が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６講　確認テスト

(A)　問１　①　　問２　②　　問３　③　　問４　①
　　 問５　②　　問６　②　　問７　①　　問８　①

【解説】

問１　植物細胞を等張液に浸した場合，限界原形質分離となる。Aは低張液，Bは原形質分離をしていることから高張液であると考えられるので，その間を示す①が正解となる。

問２　高張液中では，細胞の浸透圧と外液の浸透圧が釣り合うことで体積の変化が止まるので$S_C=O_C$であると考えられる。細胞壁は全透性であるため，細胞外液は細胞膜と細胞壁の間にも染み込んでくるので，$O_C=W_C$である。以上より，②の$W_C=S_C$が正解となる。

問３　CよりもDの方が原形質分離の程度が大きく，細胞内はより高張な状態になっていると考えられる。ゆえに③の$S_C<S_D$となる。

問４　Aは低張液に浸した状態で膨圧が発生しているため，$P_A>0$となる。またBではわずかながらでも原形質分離が起きていることから，膨圧は発生していないので$P_B=0$となる。ゆえに①の$P_A>P_B$となる。

問５　BもCも原形質分離が起きている状態なので，ともに膨圧は0である。ゆえに②の$P_B=P_C(=0)$となる。

問6　CもDも原形質分離が起きている状態なので，ともに膨圧は0である。ゆえに②の$P_C=P_D(=0)$となる。

問７　通常の植物細胞は低張液中に存在し，膨圧を発生させることで植物体を支持している。ゆえに，A～Dのなかで唯一膨圧を発生させている①Aが妥当である。

問８　低張液中では，細胞の浸透圧と膨圧の差である吸水力が外液の浸透圧と釣り合うことで，細胞の体積の変化が止まる。ゆえに$S_A-P_A=O_A$が成り立ち，$O_A>0$より$S_A-P_A>0$となる。ゆえに①が正しい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７講　確認テスト

問１　④

問２　１．⑤　　２．⑦　　３．②　　４．⑧　　５．①　　６．③

問３　②，④，⑥

問４　⑥

【解説】

問１　生殖は大きく無性生殖と有性生殖に分けることができる。無性生殖は，個体を形成する体細胞の一部から新しい個体が新生されることで起こる。このときの分かれ方に応じて，さらに分裂，出芽，胞子生殖などに大別される。分裂では均等に分かれるのに対して，出芽では不均等に分かれて新個体が生まれる。また，植物が栄養器官である根，茎，葉を利用して新個体を新生することを栄養生殖と呼ぶ。有性生殖は配偶子の融合によって新個体が新生することで，配偶子間の形態的差異に応じて，接合と受精に大別される。

問２　生物名はまとめて覚えることは困難なので，学習を進めるなかで新しく出てきた段階で，少しずつ対応していこう。最初は名前だけでも構わないが，図説やインターネットで姿形を確認しておくと，より定着も良くなる。

問３　減数分裂は生殖細胞形成のための特殊な分裂であり，有性生殖を行う生物個体の特定の部位で特定の時期に起こる。減数分裂はDNA合成後に起こり，途中で間期を挟まない(DNA合成を行わない)２回の連続した分裂からなる。そのため，減数第一分裂では減数分裂前の母細胞と同じDNA量になるのに対して，減数第二分裂では減数分裂前の母細胞の半分のDNA量となる。以上より，②，④，⑥が正解となる。

問４　減数分裂を通して細胞の持つ染色体数は半減するが，ランダムに半分になる訳ではない。減数第一分裂の前期に両親からそれぞれ受け継いだ相同染色体を対合させ，その両者を対合面で２分して娘細胞に伝えることで正確に核相を半減させている。各々の相同染色体は，父親に由良する染色体と母親に由来する染色体からなるが，減数分裂の産物である生殖細胞にはそのどちらか一方しか伝わらない。$2n=14$の生物の減数分裂前の細胞では相同染色体が7組存在することになるので，それぞれについてどちらかが配偶子に伝わるとなると，$2^7=128$通りの多様性が考えられる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第8講　確認テスト

問1　⑤　　問2　③　　問3　⑤
問4　④　　問5　④

【解説】

問1　代々種子が丸の個体と，代々種子がしわの個体の遺伝子型は，それぞれRR，rrであると考えられる。ゆえに，F_1はRrとなり，その自家受精から得られるF_2はRR：Rr：rr＝1：2：1となる。さらに自家受精を行った場合，Rrの親からは再びRR：Rr：rr＝1：2：1の子が得られるが，親の数の比と子の数の比は等しいので，F_2のRRからはRRが2個体得られたとしなくてはならない。同様にF_2のrrからはrrが2個体得られることとなり，F_3ではその遺伝子型の分離比はRR：Rr：rr＝3：2：3となる。ゆえに丸：しわの分離比は⑤の5：3が正解となる。

問2　問1の解説より，F_3の遺伝子型の分離比はRR：Rr：rr＝3：2：3となるので，ヘテロ接合体の割合は，$\frac{2}{8}\times 100 = 25\%$となる。ゆえに③が正しい。

問3　F_3での遺伝子型の分離比はRR：Rr：rr＝3：2：3である。さらに自家受精を行った場合，Rrの親からは再びRR：Rr：rr＝1：2：1の子が得られ，RRの親からはRRが6個体，rrの親からはrrが6個体得られることになる。ゆえに，F_4ではその遺伝子型の分離比はRR：Rr：rr＝7：2：7となり，ヘテロ接合体の割合は，$\frac{2}{16}\times 100 = 12.5$%となる。ゆえに⑤が正しい。

問4　種子がしわで子葉が緑色の個体の遺伝子型はrryyである。F_1がすべて種子が黄色で子葉が黄色になったことから，交配に用いられた種子が丸型で子葉が黄色の個体の遺伝子型はRRYYであると考えられる。ゆえにF_1の遺伝子型はRrYyであり，その自家受精から得られた表現型の分離比が9：3：3：1であることから，このRとYの遺伝子は独立であると考えられる。ゆえに，その検定交雑の結果は，[RY]：[Ry]：[rY]：[ry]＝1：1：1：1となる。正解は④となる。

問5　得られた子の表現型の分離比は[RY]：[Ry]：[rY]：[ry]＝3：3：1：1であるが，各々の形質に注目すると，[R]：[r]＝3：1であり，[Y]：[y]＝1：1となる。子の表現型の分離比が3：1となるのは両親がヘテロ接合体の場合のみであり，1：1となるのは両親がヘテロ接合体と潜性(劣性)ホモ接合体の場合のみである。以上より，④が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第９講　確認テスト

問１　③　　問２　(1)　④　　(2)　②

問３　④　　問４　④　　問５　②

【解説】

問１　親世代の雌の遺伝子型はVVBBであり，その配偶子である卵の遺伝子型はVBのみである。また親世代の雄の遺伝子型はvvbbであり，その配偶子である精子の遺伝子型はvbのみである。この両者の配偶子の融合によってF_1世代は得られるので，その遺伝子型は，VvBbのみである。ゆえに，③が正解となる。

問２　潜性(劣性)ホモ接合体との交配を検定交雑と呼ぶ。本問の場合，潜性(劣性)ホモ接合体は遺伝子型vbの配偶子しかつくらないため，子の表現型の分離比は交配対象の個体で生じた配偶子の遺伝子型の分離比と一致する。そのため，F_1雌の検定交雑の結果が[VB]：[Vb]：[vB]：[vb]＝4：1：1：4であることから，F_1雌で生じた配偶子の遺伝子型とその分離比は，VB：Vb：vB：vb＝4：1：1：4となり，④が正解となる。F_1雄の場合も同様で，その配偶子の遺伝子型とその分離比は，VB：vb＝1：1となり，②が正解となる。この結果から，連鎖している翅の遺伝子Vと体色の遺伝子Bは雌では不完全連鎖，雄では完全連鎖であることが判断される。

問３　問２よりF_1雌とF_1雄で生じる配偶子の遺伝子型とその分離比が把握できているので，それらを掛け合わせることで，次世代の表現型の分離を求めることが出来る。

♂＼♀	4VB	Vb	vB	4vb
VB	4VVBB	VVBb	VvBB	4VvBb
vb	4VvBb	Vvbb	vvBb	4vvbb

表より，次世代において痕跡翅・黒体色[vb]の占める割合は，$\frac{4}{20}\times 100 = 20\%$となる。ゆえに，④が正しい。

問４　組換え価とは，生じた配偶子全体のなかで組換えの産物の占める割合である。F_1雌ではVとB，vとbが連鎖しており，生じた配偶子VB：Vb：vB：vb＝4：1：1：4のうち，VbとvBが組換えの産物といえる。ゆえに，$\frac{2}{10}\times 100 = 20\%$となり，④が正解となる。

問５　実験３より，雄では完全連鎖であることが示されているので，②が正解となる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第10講　確認テスト

問１　(オ)　　問２　(ウ)　　問３　(オ)
問４　(ウ)　　問５　(エ)

【解説】

問１　動物の雄の精巣では，減数分裂が進行し雄性配偶子である精子が形成される。性成熟した雄の精巣内では，発生初期に分化した始原生殖細胞に由来する精原細胞が体細胞分裂を繰り返している。そのなかの一部が一次精母細胞となり，減数分裂を開始する。減数第一分裂を経た細胞は二次精母細胞と呼ばれ，そのまま減数第二分裂に進み，減数分裂を完了すると精細胞となる。さらに精細胞は細胞質を捨て鞭毛を形成することで精子に分化する。②について，精原細胞の一部は一次精母細胞に分化せずに体細胞分裂をし続けることになるので不適。⑤⑦について，精細胞から精子の形成の過程では，ゴルジ体が発達して先体が形成されるとともに，中片にはミトコンドリアが集中し，鞭毛を動かすエネルギーを生み出しているため，それぞれ不適となる。ゆえに(オ)が正しい。

問２　卵の形成過程では，著しく不均等な細胞質分裂が行われることで，１つの一次卵母細胞から１つの卵が形成される。よって，100個の一次卵母細胞からは100個の卵しか形成されない。ゆえに(ウ)が正しい。

問３　卵はその卵黄の量と分布によって，等黄卵や端黄卵，心黄卵などに分類される。等黄卵は卵黄の量が少なく卵全体に分布している。棘皮動物や哺乳類の卵がこれに含まれる。端黄卵は卵黄の量が多く，卵の植物極側に片寄って存在している。両生類の卵は弱端黄卵とも呼ばれるのに対して，魚類や鳥類の卵は卵黄が極端に多いため強端黄卵とも呼ばれる。心黄卵では卵黄が卵の中央に集中しており，節足動物の卵などがこれに含まれる。ゆえに(オ)が正解となる。

問４　ウニの卵は等黄卵であり第3卵割までは全体で等割が起きるが，第4卵割では動物極側では縦(経割)に等割，植物極側では横(緯割)に不等割が起こる。この結果16細胞期は動物半球は中割球8個，植物半球は大割球4個と小割球4個で構成される。ゆえに，(ウ)が正解となる。

問５　体外受精を行うウニの受精卵は，海水中を浮遊しながら受精膜のなかで卵割を進行するが，胞胚期に達すると胚の表面に繊毛が形成され，受精膜を破って(ふ化)，遊泳をはじめる。ゆえに，(エ)が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第11講　確認テスト

問１　[1] ②　[2] ①　[3] ⑫　[4] ⑪
[5] ④　[6] ⑧　[7] ⑤

問２　②，⑥

問３　(1) ①　(2) ②　(3) ③　(4) ②　(5) ①　(6) ②　(7) ③　(8) ③　(9) ①

問４　(1) ①　(2) ③　(3) ①　(4) ②　(5) ②　(6) ①　(7) ②

【解説】

問１　カエルの胚発生の過程では，胚内に卵割腔と呼ばれる空洞が形成され，胞胚期に達すると卵割腔は胞胚腔と呼ばれるようになる。その後の原腸胚期では，陥入によって表層の細胞層が大きく移動し，将来の消化管となる原腸が形成される。陥入の進行に伴って胚の各部域の分化の方向性が決定し，外胚葉，中胚葉，内胚葉の分化が起こる。カエルの発生の各時期にどのようなイベントが起こるか，正確に表現できるようにしておきたい。

問２　発生初期の体細胞分裂は卵割と呼ばれ，一般的な体細胞分裂と比較すると，

- 間期が非常に短く(S期のみ)，分裂速度が速い，
- 分裂後の細胞(割球)が成長せずに次の分裂に移行するため，割球は順次小さくなり，胚全体の大きさは変わらない，

などの特徴を持つ。卵割は，$2n$の受精卵が行う体細胞分裂であるため，核相は$2n$のまま変化しない。①，④や⑤は減数分裂で見られる特徴であるため，体細胞分裂である卵割の説明としては不適である。以上より，②，⑥が正解となる。

問３　外胚葉からは大きく表皮と神経が分化してくる。網膜は，神経管の先端部の眼胞から形成されるため，外胚葉に由来する。中胚葉は，筋肉や腎臓，循環系などに分化する。内胚葉は消化管上皮と消化管に付随する器官などに分化し，すい臓や肝臓，肺も内胚葉に由来する。中耳は耳管を介して咽喉につながっており，内胚葉に由来することは注意して覚えておこう。一方，内耳は外胚葉の表皮に由来する。

問４　(1)について，ウニの胞胚は外層が1層の細胞で包まれているのに対して，カエルは多層の細胞層で包まれる。(2)は節足動物などが行う表割の説明である。(3)，(4)について，ウニの陥入は植物極から，カエルの陥入は赤道面植物極寄りから起こる。(5)について，卵黄栓は端黄卵であるカエルのみで見られる構造である。(6)，(7)について，プリズム期はウニでは見られるがカエルにはないステージであり，神経板は脊椎動物であるカエルでは見られるが，神経管の発達しないウニでは見られない。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第12講　確認テスト

(1)

問１　③　　問２　①　　問３　④

(2)

問４　⑨

【解説】

問１　鳥類であるニワトリの卵は強端黄卵とよばれ，卵黄の量が非常に多く卵の動物極側以外を大きく占める。卵黄は細胞質分裂を阻害するため，鳥類の卵では動物極側の胚表面のみで卵割が進行する部分割，いわゆる盤割が進行する。ゆえに③が正しい。

問２　胸腔や腹腔は肺や消化管が収まっている体内の空間を指す。普段は意識して学習しない単語であると思うが，場所のイメージができれば④や⑤の神経管，脳胞などは選ばないであろう。②と③の原腸と消化管は，時期は異なるが同じ位置を指し示す単語になってしまうので，これらも選べない選択肢となる。以上より，①の卵割腔が正解となる。

問３　ニワトリの卵は盤割を行う。①は強端黄卵であるニワトリの卵の説明になっていない。②③は卵全体に卵割が起こる全割を説明している。盤割は部分割の一種である。盤割の説明としては④の内容が最も妥当であると考えられる。

問４　背の表皮は本来羽毛に分化するが，足の真皮からの誘導をうけるとうろこに分化する。表1より，13日目，15日目の足の真皮には表皮からうろこを誘導する能力があり，５日目の背中の表皮にはその誘導を受け取る能力があることが読み取れる。a，bについて，もしも真皮のみによって分化の行方が決定しているなら，真皮ごとに結果は同じになるべきであり，もしも表皮のみによって分化の行方が決定しているなら，表皮ごとに結果は同じになるべきであるが，表1はそのような結果になっていないので不適。dについては，13日目，15日目の足の真皮からの誘導を受け付けずに羽毛に分化していることから，すでに羽毛への分化が決定し誘導を受け取る能力は失われていると考えらるので不適。c，eが表1の結果と矛盾しないものになる。ゆえに⑨が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第13講　確認テスト

1　⑴　⑧　　⑵　③　　⑶　⑦　　⑷　⑪

2　③

3　雄性　⑧　　雌性　①

4　⑦，⑫

【解説】

1　図１の上のグラフでは2段階連続でDNA量が減少したあとに３回の核分裂を経て配偶子が確認されるのに対して，図１の下のグラフでは２段階連続でDNA量が減少したあとに２回の核分裂を経て配偶子が確認される。このことから，図１上が被子植物の雌性配偶子形成，図１下が雄性配偶子形成の過程を表したものであることが分かる。被子植物の胚珠内では，胚のう母細胞が減数分裂を行い胚のう細胞が形成された後，３回の核分裂とそれに続く細胞質分裂によって雌性配偶子である卵細胞が形成される。一方，葯内では，花粉母細胞が減数分裂を行い花粉四分子が形成され，その後の体細胞分裂で雄原細胞と花粉管細胞，さらに雄原細胞の体細胞分裂にて雄性配偶子である精細胞が形成される。以上より，Ａは胚のう母細胞の⑧，ａは花粉母細胞の③，Ｆは減数分裂直後であることから胚のう細胞の⑦，ｉは減数分裂後に一度分裂を経ており，精細胞へ分裂が見られることから雄原細胞の⑪が正解となる。

2　図１上のグラフにおいて，減数第１分裂の過程はＢ～Ｃとなる。減数第２分裂の過程はＣ～Ｅとなるので，それらをすべて含んでいる選択肢は③となる。

3　花粉母細胞からの減数分裂により，花粉四分子が形成される。各々の花粉細胞につき，２つの精細胞が形成されることから，花粉母細胞１個につき８個の雄性配偶子が形成される。一方，胚のう母細胞からの減数分裂では不均等な細胞質分裂が行われるため，胚のう母細胞１個から１個の胚のう細胞しか形成されない。その後も胚のう細胞１個につき，１個の卵細胞しか形成されないため，胚のう母細胞１個から１個の雌性配偶子が出来ることになる。ゆえに，それぞれ⑧，①が正解となる。

4　被子植物では，花粉管内の２個の精細胞が，胚のう内の卵細胞，中央細胞とそれぞれ受精する重複受精が行われる。その結果，卵細胞と精細胞からは核相 $2n$ の受精卵が，中央細胞と精細胞からは核相 $3n$ の胚乳細胞が形成される。ゆえに，⑦と⑫が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第14講　確認テスト

問１　⑴　④　　⑵　④，⑤

問２　⑤　　問３　⑥　　問４　④　　問５　④

【解説】

問１

⑴　生体内で行われるエネルギーのやり取りは，ATPを介して行われる。ATPは，炭素５個からなる５炭糖であるリボースと塩基の一種であるアデニンが結合したアデノシンにリン酸が３個結合しており，アデノシン三リン酸と呼ばれる。ゆえに，正解は④となる。また，塩基であるアデニンには窒素が含まれるため，ATPは窒素化合物である。

⑵　ATPのリン酸間の結合を高エネルギーリン酸結合と呼ぶ。ゆえに正解はｄ，ｅの２個となる。リン酸とリボースの間の結合は，高エネルギーリン酸結合ではないので注意したい。

問２　微生物が行う発酵のなかで最も有名なものが，酵母菌が行うアルコール発酵である。酵母菌は好気呼吸も行うが，嫌気的な環境ではアルコール発酵を行い，グルコースからエタノールと二酸化炭素を生成する。ゆえに解答は⑤となる。

問３　アルコール発酵の化学反応式は，$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$であり，グルコースが１mol消費された場合，ATPが２mol生成する。アルコール発酵によってグルコースが360ｇ消費されたときに生成したエタノール量をxｇとすると，グルコースの分子量が180，エタノールの分子量が46であることから，$180 : 2 \times 46 = 360 : x$が成り立つ。ゆえに，$x = 184$ｇとなり，⑥が正解となる。

問４　アルコール発酵では，グルコース１mol(180ｇ)につき２molのATPが生成される。グルコースが360ｇ消費されていることから，生成されたATPは４molに相当すると考えられる。ゆえに，正解は④となる。

問５　グルコースが２mol消費されたときに生成する二酸化炭素は４molに相当する。気体１molの体積が22.4Ｌであることから，$22.4 \times 4 = 89.6$Ｌの④が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第15講　確認テスト

問１　ア　④　　イ　③　　ウ　⑤　　問２　ア　②　　イ　⑥　　ウ　⑤
問３　(1)　270mg　　(2)　352mg　　問４　⑥

【解説】

問１　発酵と呼吸に共通の代謝過程は解糖系と呼ばれる。解糖系は細胞質基質で進行し，嫌気的な条件下でグルコースが二分子のピルビン酸に分解される。また，その過程で2分子のATPと4分子の水素が生成する。さらに呼吸では，ピルビン酸はミトコンドリアのマトリックスで進行するクエン酸回路の基質として利用され，二酸化炭素と水素に分解される。解糖系やクエン酸回路で得られた水素はミトコンドリア内膜の電子伝達系に運ばれ，そこで酸素と反応することで水を生じる。その過程で多量のATPが合成される。以上より，［ア］解糖系の④，［イ］クエン酸回路の③，［ウ］電子伝達系の⑤が正解となる。

問２　解糖系の基質はグルコース，生成物はピルビン酸と水素であり，化学反応式は②となる。クエン酸回路の基質はピルビン酸と水，生成物は二酸化炭素と水素であるので，化学反応式は⑥となる。また電子伝達系では，水素と酸素が反応し水が生じるので，化学反応式は⑤となる。

問３　酵母菌は外部の酸素条件に応じて，呼吸とアルコール発酵を使い分ける。呼吸とアルコール発酵の化学反応式は，以下のものになる。

呼吸　$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O$

アルコール発酵　$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

(1)　酸素吸収量が96mgであることから，呼吸で消費したグルコースは90mg，放出した二酸化炭素は132mgとなる。アルコール発酵で放出した二酸化炭素は，220－132＝88mgとなるので，アルコール発酵で消費したグルコースは180mgとなる。ゆえに，グルコースの合計消費量は，90＋180＝270mgとなる。

(2)　酸素吸収量が96mg，グルコース消費量が540mgである。酸素吸収量より呼吸で消費したグルコースは90mg，放出した二酸化炭素は132mgとなるので，アルコール発酵で消費したグルコースが540－90＝450mg，その場合の二酸化炭素放出量は220mgとなる。ゆえに，発生した二酸化炭素の合計は，132＋220＝352mgとなる。

問４　雑食のヒトの呼吸商は0.9程度，肉食のネコの呼吸商は0.7～0.8の値になる。呼吸商はCO_2/O_2の体積比であり，重量比ではない。以上より，⑥が正しい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第16講　確認テスト

問１　Ⅰ　c)　Ⅱ　d)　Ⅲ　f)　Ⅳ　e)

問２　Ⅰ　c)　Ⅱ　d)　Ⅲ　a), b), f), g)　Ⅳ　i)

問３　e)　問４　d)

問５　①　e　②　g　③　b　④　b

【解説】

問１　生体膜成分は不溶性であるので，膜成分であるＡ，もしくはＤが分画Ⅲ，Ⅳであると考えられる。分画Ⅲが緑色を呈していたことから，光合成色素が存在するチラコイド膜Ｄが分画Ⅲ，葉緑体外膜・内膜のＡが分画Ⅳに分離されていると考えられる。また分画ⅡにはCO_2固定の反応回路が存在することから，分画ⅡがストロマであるＢが，分画Ⅰがチラコイド内腔であるＣが分離されていると考えられる。

問２　分画Ⅰはチラコイド内腔であり，チラコイド膜に存在する光化学系Ⅱで分解される水はこの内腔のものが用いられる。分画Ⅱはストロマの基質であり，カルビン・ベンソン回路の酵素群が存在する。分画Ⅲはチラコイド膜であり，光化学系や電子伝達系，ATP合成酵素など様々な成分が膜内に埋め込まれている。光化学系は光合成色素とタンパク質の複合体で，光合成色素にはクロロフィル以外にカロテンやキサントフィルも含まれる。アントシアンは液胞内に存在する色素で，光合成色素ではない。光化学系Ⅰでは補酵素を還元して還元型補酵素が生成される。分画Ⅳの葉緑体外膜・内膜について選択肢のなかに妥当な記述はない。

問３　光合成色素には緑色のクロロフィル系，黄色のカロテノイド系などがある。橙色の色素であるなら，かんきつ類の果皮やニンジンの根などに豊富に含まれるβカロテンであると考えられる。

問４　βカロテンは可視光のなかで青色の光を吸収し，橙色の光を反射するので橙色に見える。植物は固有の吸収スペクトルをもつ様々な光合成色素をもつことで，太陽からの光を有効に利用している。

問５　光合成は，チラコイドで起こる反応とストロマで起こる反応に大別される。チラコイドでは光のエネルギーを利用してATPの合成と補酵素NADPの還元が行われる。ストロマでは，カルビン・ベンソン回路においてチラコイドで生成されたATPと還元型補酵素を利用して二酸化炭素が還元され，炭水化物が合成される。また，その過程で水が生成する。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第17講　確認テスト

問１　①

問２　③

問３　A　②　　B　①

【解説】

問１　与えられたグラフより，植物Ｂは植物Ａに比べて暗黒条件でのCO_2吸収量(呼吸速度)が小さく，補償点も小さい。さらに植物Ｂは光飽和点も小さく，最大光合成速度も小さいことから，陰生植物であると考えられる。④，⑤，⑥はＡとＢが逆転しているので不適。②はＡとＢに共通した特徴なので不適。③はＢの説明になっていないので不適。陰生植物の補償点が小さいことを説明している①が正解となる。

問２　光合成の化学反応式は，$6CO_2+12H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6+6H_2O+6O_2$であり，$6\times44$gの$CO_2$を吸収すると，180gのグルコースが合成される。１時間に葉面積100cm^{2}あたりグルコース量として7.5mgの増加があるときの見かけのCO_2吸収量をxとすると，$6\times44:180=x:7.5$より，$x=11$mgとなる。１時間に葉面積100cm^{2}あたりで“吸収”されたCO_2量との表現より，“真の光合成量”を問われていると考えられるので，真の光合成量＝見かけの光合成量＋呼吸量より，$11+3=14$mgの③が正解となる。

問３

A　一般的な植物はC_3植物とよばれ，葉肉細胞でカルビン・ベンソン回路を利用してCO_2を固定している。一方，C_4植物と呼ばれる一部の植物は，葉肉細胞のC_4回路でCO_2を濃縮し，維管束鞘細胞にてカルビン・ベンソン回路を利用して糖を合成している。ゆえに，C_3植物では維管束鞘細胞が未発達で内部に葉緑体を含まないのに対して，C_4植物では維管束鞘細胞が発達し内部に葉緑体を含んでいる。以上より，②が正解となる。代表的なC_4植物としは，トウモロコシやサトウキビ，ススキなどがある。

B　図は，横軸にCO_2濃度，縦軸にCO_2吸収量(見かけの光合成量)をとったCO_2濃度−光合成曲線である。図よりトウモロコシは大気中のCO_2濃度ですでに飽和しており，これ以上CO_2濃度を上げてもCO_2吸収量は上がらない。一方，イネは大気中のCO_2濃度では飽和しておらず，より高濃度のCO_2が与えられると，CO_2吸収量が増加することが読み取れる。ゆえに，①が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　確認テスト

問１　⑦　　問２　⑤　　問３　④
問４　①　　問５　②

【解説】

問１　光合成細菌は，その名の通り光合成を行う細菌である。代表的な光合成細菌には，緑色硫黄細菌と紅色硫黄細菌などが挙げられる。一方，化学合成細菌は，無機物の酸化によって生じるエネルギーを利用して炭酸同化を行う細菌の仲間で，亜硝酸菌や硝酸菌，硫黄細菌，鉄細菌などが挙げられる。ゆえに，⑦が正解となる。

問２　光合成細菌の光合成色素はバクテリオクロロフィルである。⑤が正解となる。

問３　一般的な植物と光合成細菌が行う光合成との相違点として，一般的な植物が光合成色素としてクロロフィルを用いるのに対して光合成細菌はバクテリオクロロフィルを用いること，一般的な植物が水素源として水を利用し酸素を放出するのに対して，光合成細菌は硫化水素（H_2S）を利用し硫黄を単離することなどが挙げられる。ゆえに光合成細菌は硫化水素を得やすい温泉などに生息している。以上より①③⑤は正しい。また光合成細菌も一般的な植物同様，カルビン・ベンソン回路にて二酸化炭素を固定しているので②も正しい。光合成細菌も光化学系をもっていることから，④が誤りとなる。

問４　代表的な化学合成細菌である亜硝酸菌と硝酸菌の代謝は，詳しく把握しておきたい。

亜硝酸菌　$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O$

硝酸菌　$2HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2HNO_3$

それぞれ上記の反応によって生じるエネルギーを用いて，有機物を合成する。ゆえに①が正解となる。

問５　窒素固定とは，空気中の窒素分子を生物が利用しやすいアンモニウムイオンに変換する代謝であり，窒素固定細菌やラン藻など一部の生物のみが行える。②では細菌のみとなっており，ラン藻などが含まれない。ゆえに②が誤りとなる。③について，レンゲソウはマメ科植物であるため根粒菌を共生させて窒素固定を行ってもらうため，土壌に窒素分が少なくても生育できる。④について，根粒菌は従属栄養生物である。マメ科植物と共生することで光合成産物を受け取れるので，根粒菌とマメ科植物は相利共生の関係にある。⑤について，根粒菌は単独では窒素固定は行わないため，これも正しい内容である。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

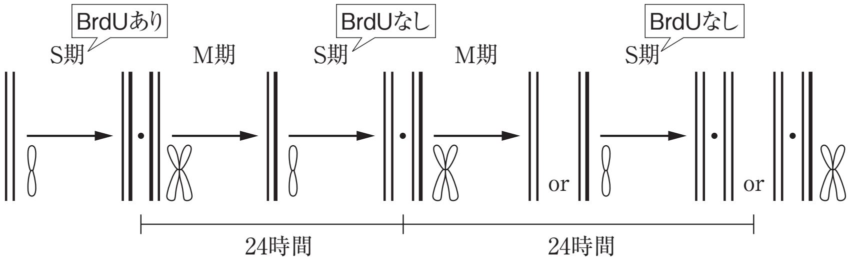
第19講　確認テスト

問１　③，⑤，⑦，⑩
問２　④，⑥

【解説】

問１　ゲノムとは，生物が生きていくために必要な遺伝情報の１セットを指し，一般的な体細胞の核内にはゲノムが２セット存在する。ゆえに，ヒトの体細胞の核に含まれるDNAは２ゲノム分，おおよそ60億塩基対からなると考えられ，その長さは $6.0\times10^9\times\frac{1}{10}\times3.4\,\mathrm{nm}=2.04\,\mathrm{m}$ となる。③の200 cmが正しい。原核生物のDNAは環状で細胞質に散在しているのに対して，真核生物のDNAは核内に存在し，線状でタンパク質であるヒストンの周りを１周半程度取り巻いてヌクレオソームを形成している。このヌクレオソームがさらに凝集していくと，細胞分裂時に見られる太い染色体となる。ゆえに，⑤，⑦が正しい。体細胞においてDNA合成期を経た後の細胞内のDNA量を４とすると，減数第一分裂で二価染色体が対合面で二分，減数第二分裂で各染色体が縦裂面で二分されるため，減数分裂後の生殖細胞におけるDNA量は１となる。ゆえに⑩が正しい。

問２　DNAは半保存的に複製される。最初の24時間はBrdUを添加した培養液で培養するため，24時間後に見られる縦裂した染色体の染色分体は，ともに，一方の鎖のみがBrdUを取り込んだDNA二本鎖で構成される。その後BrdU を含まない培養液で24時間培養を行うと，培養した後に見られる縦裂した染色体では，一方の染色分体はともにBrdUを取り込んでいないDNA二本鎖で，もう一方の染色分体は一方の鎖のみがBrdUを取り込んだDNA二本鎖で構成される。さらに24時間培養した後に見られる縦裂した染色体は，前者の染色分体に由来する場合は，どちらの染色分体もともにBrdUを取り込んでいないDNA二本鎖で構成されており，後者の染色分体に由来する場合は，一方の染色分体はともにBrdUを取り込んでいないDNA二本鎖で，もう一方の染色分体は一方の鎖のみがBrdUを取り込んだDNA二本鎖で構成される。ゆえに④と⑥が正解となる。



|：BrdUを含まないヌクレオチド鎖，　|：BrdUを取り込んだヌクレオチド鎖

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第20講　確認テスト

問１　d

問２　①　d　　②　b　　③　d　　④　a　　⑤　c

問３　b

【解説】

問１　DNAには，遺伝子としての情報が塩基配列として保存されている。その情報はDNA合成期に半保存的に“複製”され，細胞分裂の際に娘細胞に引き継がれていく。また，その遺伝情報が発現する過程では，まずDNAの塩基配列と相補的な塩基配列をもったmRNAが合成される。この過程は“転写”と呼ばれる。次にリボソームにてmRNAの塩基配列はタンパク質のアミノ酸配列に変換される。この過程は“翻訳”と呼ばれる。ゆえに，正解はdとなる。このようなDNA→RNA→タンパク質の一方向の遺伝情報の流れをセントラルドグマという。

問２　転写における，原核生物と真核生物の差を考える。①について，転写されたmRNAは原核生物，真核生物によらず一本鎖である。ゆえに，どちらにも当てはまらない。②について，真核生物は核膜をもつため，核内で転写が完了してから細胞質で翻訳が進行するのに対して，原核生物は核膜をもたず，転写が進行している途中でmRNAにリボソームが付着し翻訳が始まる。ゆえに，原核生物にのみ当てはまる。③について，真核生物では転写されたばかりのmRNA前駆体は，翻訳にいたるエキソンに由来する領域と翻訳にいたらないイントロンに由来する領域からなり，核内で進行するスプライシングによってエキソンに由来する部分がつなぎ合わさることでmRNAが完成する。一方，原核生物はイントロンをもたず，スプライシングも行われない。ゆえに，どちらにも当てはまらない。④について，ひとつのmRNA前駆体からいくつかのエキソンが選ばれることで，複数種のmRNAがつくられることがある。この過程は選択的スプライシングと呼ばれ，真核生物でのみ行われる。⑤について，特定のDNA領域が開裂し転写される場合，DNA2本鎖のうち特定のどちらか一方の鎖が鋳型となり，双方の鎖がともに転写されることはない。これは原核生物，真核生物のどちらにも当てはまる。

問３　mRNAの３つ組み塩基はコドンと呼ばれ，塩基が4種類であることから全部で64通りある。そのうちUAA，UAG，UGAの3種類のコドンについてはアミノ酸が対応せず，これらのコドンの箇所で翻訳は終了する。これらのコドンは終止コドン（ナンセンスコドン）と呼ばれる。ゆえにbが誤りとなる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第21講　確認テスト

問１　⑴　⑪　　⑵　④　　⑶　56％
問２　③

【解説】

問１

⑴　実験１では，コドン（遺伝暗号）ACAとコドンCACが交互に連続することになる。遺伝暗号表より，このmRNAが翻訳された場合，トレオニンとヒスチジンが交互に結合したペプチド鎖が合成される。実験２では翻訳の開始位置に応じて，コドンCAAが連続するmRNA，コドンACAが連続するmRNA，コドンAACが連続するmRNAの３種類があらわれ，それぞれグルタミンのみが結合したペプチド，トレオニンのみが結合したペプチド，アスパラギンが結合したペプチドに翻訳される。ゆえに実験１，実験２で共通したアミノ酸は⑪トレオニンとなる。

⑵　実験３ではコドンがＣとＡのみで構成されることから，起こり得るコドンとしてCCC，CCA，CAC，ACC，CAA，ACA，AAC，AAAの８種類が考えられる。遺伝暗号表より，それぞれのコドンで指定されるアミノ酸は，プロリン（CCC，CCA），ヒスチジン（CAC），トレオニン（ACC，ACA），グルタミン（CAA），アスパラギン（AAC），リシン（AAA）の６種類となる。ゆえに④が正解となる。

⑶　ＣとＡを３：１の割合で含んだmRNAでランダムにコドンが読まれた場合，最も発生確率が高いコドンはCCCであり，その確率は$\left(\frac{3}{4}\right)^3=\frac{27}{64}$となる。また，CCCと同じプロリンを指定するコドンCCAの発生確率は，$\left(\frac{3}{4}\right)^2\times\frac{1}{4}=\frac{9}{64}$であり，合わせて$\frac{36}{64}=\frac{9}{16}$の確率でプロリンが指定されると考えられる。ゆえに，$\frac{9}{16}\times 100=56.25$となり，56％が答えとなる。

問２　tRNAやrRNAは，DNAから転写された状態で細胞質に存在し，翻訳されないまま機能する。ゆえに③が間違った内容となる。①について，tRNAは一本鎖で分子内で水素結合を形成し特異的な立体構造をなす。②について，終止コドンで翻訳が終了するのは，対応するtRNAが存在しないからである。④について，tRNAはコドンに対応したアンチコドンと，そのアンチコドンに対応したアミノ酸との結合部を持つことで，塩基配列からアミノ酸配列への情報の変換を行っている。それぞれ正しい内容となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第22講　確認テスト

アミノ酸配列(1)　4－(エ)
アミノ酸配列(2)　19－(カ)
アミノ酸配列(3)　9－(ケ)

【解説】

それぞれのアミノ酸配列は，与えられたmRNAの塩基配列に対して一か所に遺伝子突然変異が起こった結果得られた配列である。アミノ酸配列(1)(2)(3)に共通している二番目のアミノ酸セリンに注目するとUCNとなるコドンが必要となり，それは与えられた塩基配列の６，７番目の塩基であると判断される。ゆえに，与えられた塩基配列がそのまま翻訳された場合は，３番目の塩基Ａを第一コドンとして翻訳されることになり，トレオニン-セリン-トリプトファン-ヒスチジン-アルギニン-アスパラギン-グリシン-プロリン-フェニルアラニン-リシン-アルギニンとなる。また，解説の中でＮは任意の塩基をあらわすとする。

アミノ酸配列(1)は，変異が起きなかった場合のアミノ酸配列と比較して，最初のアミノ酸がトレオニン（ACA）からイソロイシン（AUU，AUC，AUA）に置換している。１塩基の変化で説明するためには，４番目の塩基ＣがＵに置換したと考えるのが妥当であろう。ゆえに，4―(エ)が正解となる。

アミノ酸配列(2)は，変異が起きなかった場合のアミノ酸配列と比較して，６番目のアミノ酸のアスパラギン（AAU）がアルギニン（CGN，AGA，AGG）に変化し，下流域のアミノ酸配列も変化していることから，このアスパラギンを指定するAAUのどこかでフレームシフトが起きていると考えられる。与えられた塩基配列の18番目以降AAU－GGU－～に欠失が起きた場合にはアスパラギン-グリシンからアルギニン-トリプトファンへの変化は起きないが，19番目に塩基のＧが挿入された場合には，AGA－UGG－U～とコドンの読み枠が変化し，アミノ酸配列(2)へと翻訳される。ゆえに，19―(カ)が正解となる。

アミノ酸配列(3)は，変異が起きなかった場合のアミノ酸配列と比較して，３番目のアミノ酸のトリプトファン（UGG）がグリシン（GGN）に変化し，下流域のアミノ酸配列も変化していることから，このトリプトファンを指定するUGGのどこかでフレームシフトが起きていると考えられる。この場合，与えられた塩基配列の９番目以降UGG－CAC－Cの９番目の塩基Ｕが欠失することでコドンの読み枠がGGC－ACCと変化し，アミノ酸配列(3)へと翻訳されることが確認できる。ゆえに，9―(ケ)が正解となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第23講　確認テスト

問１　③　　　　　　問２　②，⑥（順不同）
問３　③，④（順不同）　問４　⑧

【解説】

問１　ラクトースは単糖であるグルコースとガラクトースが結合した二糖であり，ラクターゼはこれらの結合を加水分解する酵素である。ゆえに，③が正しい。

問２　ラクトースオペロンの転写調節機構では，ラクトースが存在しない条件では調節遺伝子から発現された抑制物質がオペレーターに結合することでRNAポリメラーゼのプロモーターへの結合が阻害され，ラクトース代謝遺伝子群の転写が抑制される。ラクトースが存在すると，ラクトースが抑制物質に結合することで抑制物質のオペレーターへの結合が阻害され，RNAポリメラーゼがプロモーターに結合しラクトース代謝遺伝子群の転写が進められる。ラクトース代謝遺伝子群にはラクターゼ以外にもラクトースの代謝に必要な酵素の遺伝子が含まれる。②について，抑制物質として働くのは調節遺伝子から発現されるタンパク質であり，グルコースではない。⑥について，オペロンとは一つの調節機構によって発現が制御される遺伝子の一群をさし，この場合ラクターゼ以外の遺伝子も含まれる。ゆえに，②と⑥が誤っている。

問３　野生型の大腸菌では，ラクトースが培地にある場合のみラクターゼが合成されるが，なんらかの変異により抑制物質がオペレーターに結合できなくなることで，外的条件によらずラクターゼが合成されるようになる。抑制物質がオペレーターに結合できるのは，抑制物質の特異的な立体構造とオペレーターの構造に対応関係があるからであり，そのどちらかが失われれば両者は結合できなくなる。ゆえに，③と④が正しい。

問４　ラクターゼの合成，すなわち遺伝子が発現されるためには，転写と翻訳の過程が必要となる。アは遺伝子の複製を阻害，イは細胞分裂の阻害ではあるがともに転写と翻訳は阻害されない。ウは転写を阻害することになり，エは翻訳を阻害することとなる。オは大腸菌を破壊してしまうが，内部のタンパク質合成に関わるリボソームなどの構造は残るので，菌体自体が破壊されたとしても転写と翻訳は進行する。ゆえに，⑧ウ，エが正解となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第24講　確認テスト

問１ [1] ⑤　[2] ④　問２ ④
問３ [3] ⑤　[4] ⑨　[5] ②
問４ ⑥　問５ ⑥

【解説】

問１　RNAとDNAはともに核酸であり，その構成単位はヌクレオチドである。両者のヌクレオチドの組成は異なり，RNAは五炭糖としてリボース，塩基としてAUGCが，DNAでは五炭糖としてデオキシリボース，塩基としてATGCが用いられる。またRNAのヌクレオチド鎖は一本鎖であるのに対して，DNAは二本鎖であり，二重らせん構造をとっている。DNAの二本鎖は相補的であり，AとT，GとCの量はそれぞれ等しい。ゆえに，[1]は⑤，[2]は④が正解となる。

問２　核酸を構成するヌクレオチドはリン酸と五炭糖，塩基からなり，それぞれを構成する元素はリン酸(P，H，O)，五炭糖(C，H，O)，塩基(C，H，O，N)である。ゆえに，④のK，Sは核酸に含まれない。

問３　PCR法は一連の操作を一巡することでDNA分子の数が２倍になる。ゆえに，３回操作を繰り返した後の反応溶液中には$2^3=8$個のDNA分子が含まれ，10回操作を繰り返した後の反応溶液中には$2^{10}=1024$個のDNA分子が含まれることになる。また，反応開始前に含まれていた二本鎖DNAは開裂してそれぞれが鋳型鎖として利用され，その後も反応溶液中に残り続けることになる。そのため，何回操作を繰り返しても元々のDNA鎖を含むDNAが２個存在し続ける。ゆえに，[3]は⑤，[4]は⑨，[5]は②が正解となる。

問４　PCR法によるDNA増幅では，二重らせんがほどかれる場合，熱によって塩基間の水素結合が切断されているのに対して，細胞分裂に先立つDNA複製では酵素によって二重らせんがほどかれる。ゆえに，Bが正しい。またPCR法によるDNA増幅でも細胞分裂に先立つDNA複製でも，開裂したDNA１本鎖のそれぞれを鋳型として相補的なヌクレオチド鎖が合成され，半保存的にDNA２本鎖が複製される。ゆえに，Dが正しい。以上より，⑥B，Dが正解となる。

問５　PCR法では，温泉に生息する好熱性細菌由来の耐熱性のDNAポリメラーゼが用いられる。このDNAポリメラーゼは二本鎖の開裂がおきる95℃の高温条件下でも変性せず，最適温度は60℃から72℃である。ゆえに，⑥B，Dが正解となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

はじめに

本講座は，二次試験で生物基礎・生物を必要とする人達に向けた，基礎事項の確認とその発展的な理解のための講座です。

生物は，理解するべき用語の数が他科目に比べて格段に多い科目になります。これは科目の特性上，避けては通れないことだと思ってください。特に新課程になり，教科書のボリュームや太字の用語の数は格段に増加しています。内容面でも，DNAやタンパク質のより細かな理解が求められるなど，生物選択者の負担は相当なものになるでしょう。また，受験の生物は，日進月歩である最先端の研究の内容が反映されやすい科目でもあり，その点も多くの受験生が苦労するところかもしれません。

そのような生物という科目を学ぶ上で心掛けておいてほしいことは，“基礎的な用語や形の理解を疎かにしない”ということです。言葉を知らなくては，現象を理解し記述することはできません。形を知らなくては働きを理解することもできません。闇雲に言葉を覚えなくてはならない時間もありますが，そこを避けようとしてしまうとどこかで伸び悩んでしまうことになります。生物の本質というものがあるなら，それは細かな事実の積み重ねで見えてくるものです。

本講座では，そのような用語の整理のために必要な“枠組み”を伝えることができれば，と思っています。生物で学ぶ内容は，タンパク質やDNAなどの分子レベルから生態系などマクロなレベルまで多岐にわたります。単に詰め込むだけの勉強でなく，いかに体系立ててそれらの用語を整理できるか，そのために必要なことを講義の中で伝えていきます。その“枠組み”に具体的な言葉を入れていくのは，皆さんの仕事になります。この講義をきっかけとして，いいサイクルが出来上がることを期待しています。

テキストの問題は，予習の段階であらかじめ一通り解いておきましょう。問題にはすでに目を通してある前提で解説を進めていきますので，問題が解けなかったときこそ問題文をもう一度熟読した上で，講義に入るようにしてください。

牧島　央武

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

目次

第4章　遺伝子とその働き

第25講　バイオテクノロジー②　P.4

第5章　動物生理

第26講　受容器　P.10
第27講　効果器　P.18
第28講　神経細胞　P.26
第29講　神経系　P.34
第30講　動物の行動　P.40
第31講　循環系　P.48
第32講　排出系　P.54
第33講　内分泌系と自律神経系　P.62
第34講　免疫系①　P.72
第35講　免疫系②　P.80

第6章　植物生理

第36講　屈性，植物ホルモン　P.88
第37講　光周性　P.98
第38講　植物の発芽・植物と水　P.104

第7章　生態

第39講　個体群動態　P.110
第40講　生物間の相互作用　P.118
第41講　森林の生態系　P.126
第42講　生態系の構成　P.132
第43講　物質の循環・多様性　P.138

第8章　進化・分類

第44講　生命の歴史　P.146
第45講　進化　P.154
第46講　ハーディ・ワインベルグの法則，分子時計　P.162
第47講　五界説（原核生物界，原生生物界，植物界）　P.170
第48講　五界説（菌界，動物界）　P.178

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

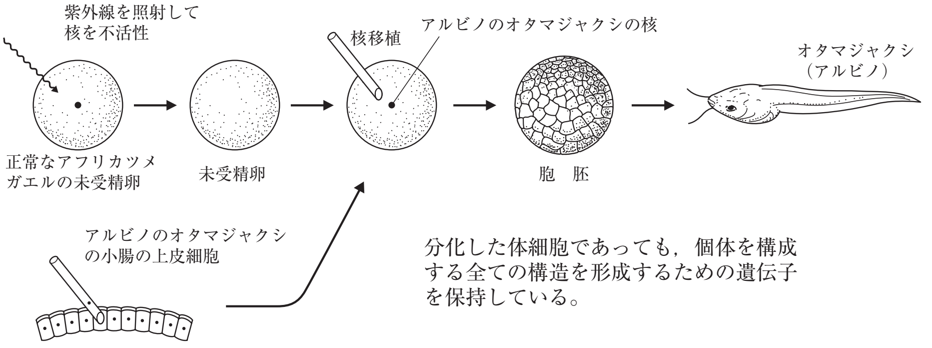
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　バイオテクノロジー②

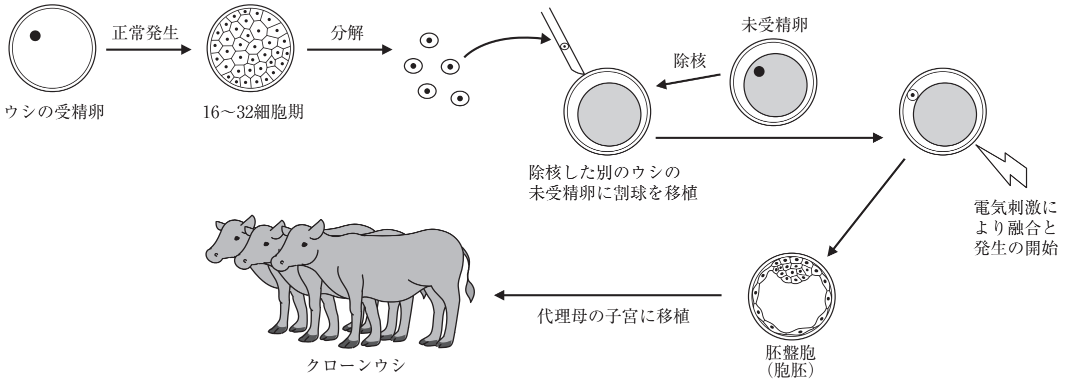
■クローン

◆ガードンの実験

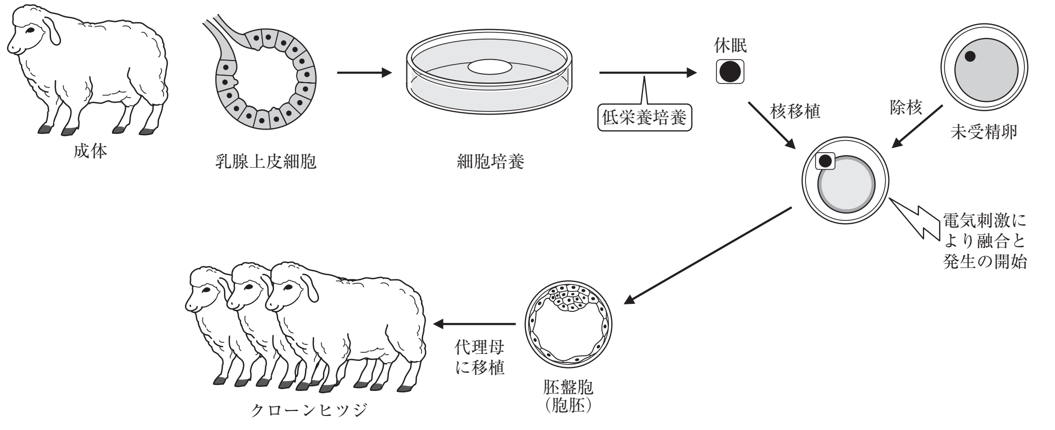


分化した体細胞であっても，個体を構成する全ての構造を形成するための遺伝子を保持している。

◆受精卵クローン



◆体細胞クローン

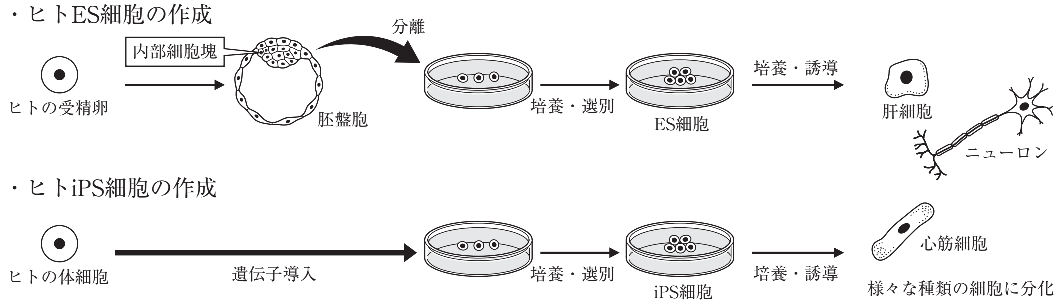


ⒸRECRUIT HOLDINGS

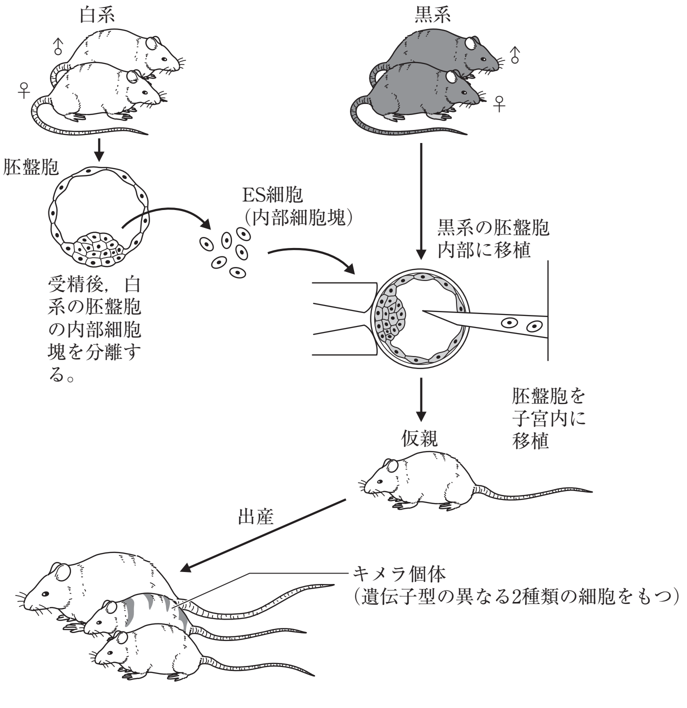
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■ES細胞，iPS細胞

	ES細胞	iPS細胞
作成方法	発生初期の胚盤胞の内部細胞塊から分離・培養・選別を行うことで得られる。	体細胞に特定の遺伝子を導入し，培養・選別を行うことで得られる。
特徴	非常に高い増殖能と様々な種類の細胞への分化能(分化万能性)を持つ。	
	他個体の受精卵から作成されたES細胞に由来する臓器を移植すると，拒絶反応が起きる。	自己体細胞からつくることができるため，移植による拒絶反応が起こらない。
倫理的な問題点	胚を破壊して作成するため，倫理的な問題が数多くある。	自分の体細胞からつくることができるため，倫理的な問題が少ない。



■キメラ



©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

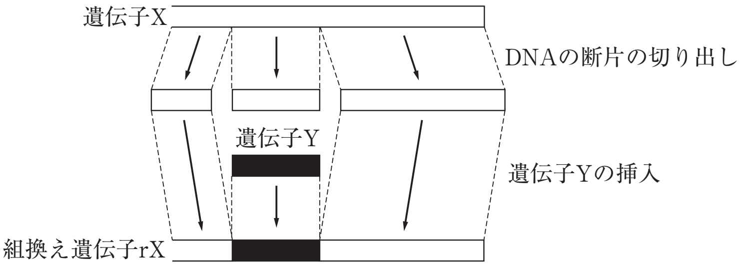
第25講　演習問題

遺伝子組換えマウスに関する次の文章を読み，問1～問6に答えよ。

バイオテクノロジーの急速な発展により，いくつかの実験動物種では，(1)特定の外来性遺伝子を導入した個体や特定の遺伝子を破壊した個体を，人工的につくることができるようになった。遺伝子Xを破壊したマウス個体をつくるために，次の〔操作1〕～〔操作4〕を行なった。

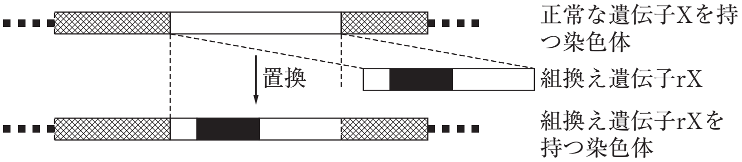
〔操作1〕　遺伝子Xの(2)DNAの一部を切り出し，その部分に遺伝子YのDNAを挿入した組換え遺伝子rXを作製した。この操作によって遺伝子Xは破壊され機能を失うが，遺伝子Yは正常に機能する。この過程の概要を図1に示す。

図1



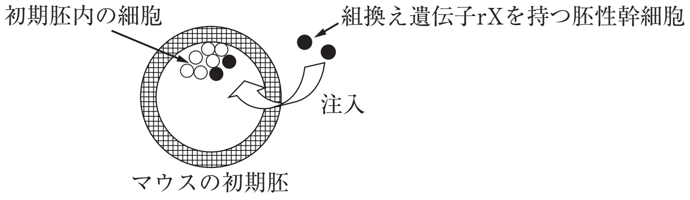
〔操作2〕　マウスの胚性幹細胞に組換え遺伝子rXを取り込ませ，薬剤yを含む培養液で培養した。薬剤yには細胞毒性があり，遺伝子Yを持たない細胞は増殖できない。(3)薬剤yを含む培養液で一定期間培養した培養皿には，多数の細胞が集まってできたコロニーが複数観察された。コロニーに含まれる細胞の遺伝子Xを調べると，常染色体の一方の遺伝子Xが，図2に示すように(4)組換え遺伝子rXに置換されていた。

図2



〔操作3〕〔操作2〕で得られた組換え遺伝子rXを持つ胚性幹細胞を，図3に示すように正常なマウスの初期胚に注入して，マウスの子宮に移植した。初期胚に注入された胚性幹細胞は，初期胚内の細胞と同様に増殖した。移植胚は正常に発生して，(5)初期胚由来の細胞と注入した胚性幹細胞由来の両方の細胞からなるマウス(キメラマウス)が誕生した。

図3



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔操作4〕〔操作3〕で得られたキメラマウスから，(6)生殖細胞の一部が胚性幹細胞由来であるマウスを選び交配させたところ，組換え遺伝子rXをホモに持ったマウス個体が生まれた。

問1　下線部(1)のような生物は一般に何と呼ばれるか。

問2　下線部(2)では，特定のDNA塩基配列を切断する酵素が用いられる。この酵素を一般に何と呼ぶか。

問3　下線部(3)を行なった理由として最も適切なものを，次の(イ)〜(ニ)から選び，記号で答えよ。

(イ)　組換え遺伝子rXを大量に細胞質へ取り込んだ細胞を選択するため
(ロ)　組換え遺伝子rXが染色体に取り込まれた細胞を選択するため
(ハ)　遺伝子Xが染色体に保持された細胞を選択するため
(ニ)　遺伝子Xを2つとも失った細胞を選択するため

問4　下線部(4)に関して，染色体上の遺伝子Xと細胞が取り込んだ組換え遺伝子rXが置換される仕組みと最も近い仕組みで起こる現象を，次の(イ)〜(ニ)から選び，記号で答えよ。

(イ)　遺伝子突然変異　　(ロ)　染色体のパフの形成
(ハ)　スプライシング　　(ニ)　染色体の乗換え

問5　下線部(5)に関して，白毛の純系マウスの胚性幹細胞と黒毛の純系マウスの初期胚を用いてキメラマウスを作成した場合，誕生した個体の毛色はどのようになるか。次の(イ)〜(ニ)のうちで最も適すると考えられるものを選び，記号で答えよ。ただし，それぞれの毛の色は毛根部に存在する1個の色素細胞の遺伝的特性で決定される。

(イ)　すべての個体が黒毛
(ロ)　すべての個体が白毛
(ハ)　黒毛の個体と白毛の個体の比が1：1
(ニ)　個体ごとに黒毛と白毛の比率が異なる

問6　下線部(6)に関して，生殖細胞のすべてが胚性幹細胞由来である雌雄のマウスを交配させた場合，その子孫の第1世代において組換え遺伝子rXをホモに持った個体が占める割合[%]を答えよ。ただし，どの遺伝子構成でも生存率は同じものとする。

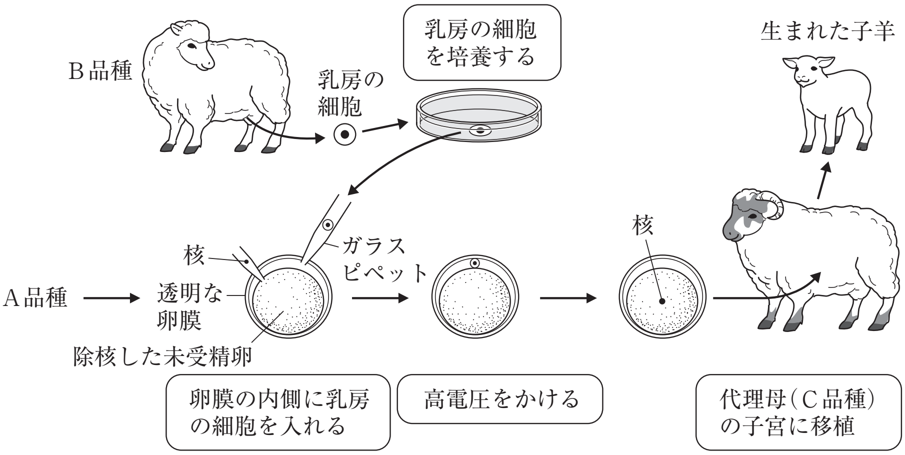
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　確認テスト

クローン羊の作製に関する次の文章を読み，問1〜問7に答えよ。

A，B，Cの３つの異なる品種の羊を用いてクローン羊を作った(図１)。まず，A品種の雌から未受精卵を取り出し，核を細いガラス管で吸い取って除核した。次に，B品種の乳房の細胞を取り出し，これを培養皿で培養した(培養細胞)。細胞周期のG_1期にある培養細胞１個を取り出し，除核しておいたA品種の未受精卵の透明な卵膜と卵本体の間にガラスピペットを用いて挿入した。この状態で高電圧をかけると未受精卵と培養細胞の細胞膜が融合し，培養細胞の核が未受精卵に挿入され，精子による受精なしで未受精卵の発生が開始された。この卵を培養皿で７日間培養した後，代理母として用意したC品種の雌の子宮に移植した。約５ヶ月後，この雌からクローン子羊が誕生した。



問１　この実験から生まれる子羊の品種と性として適切なものを，次の(イ)〜(ヘ)から選び，記号で答えよ。

(イ)　A品種の雌　　(ロ)　A品種の雄
(ハ)　B品種の雌　　(ニ)　B品種の雄
(ホ)　A品種とB品種のキメラの雌　　(ヘ)　A品種とB品種のキメラの雄

問２　この実験で用いる未受精卵は第一極体を放出したものであるが，この時期の卵として妥当なものを次の選択肢から選び，記号で答えよ。また，体細胞のG_1期の核当たりのDNA量を２としたときに，この卵の持つDNA量はどれだけか。

(イ)　始原生殖細胞　　(ロ)　卵原細胞
(ハ)　一次卵母細胞　　(ニ)　第一極体
(ホ)　二次卵母細胞　　(ヘ)　第二極体

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　この実験でかけた高電圧と同じように，動物細胞どうしを融合させるときに使われる物質を，次の(イ)〜(ニ)から１つ選び，記号で答えよ。

(イ)　セルラーゼ　　(ロ)　サイトカイニン
(ハ)　制限酵素　　(ニ)　ポリエチレングリコール

問４　次の(イ)〜(ニ)の生物のうち，クローンではないものを選び，記号で答えよ。

(イ)　ナズナの同じ個体の葉と茎から細胞を単離し，それぞれを培養して育てた植物体
(ロ)　１匹の雌ガエルが生んだ卵から発生した複数のオタマジャクシ
(ハ)　ウニの４細胞期の胚の４つの割球を単離して育てた４匹のプルテウス幼生
(ニ)　１個体から出芽によって増殖した複数のヒドラ

問５　次の(イ)〜(ニ)のうち，クローン動物作製の技術ではできないことを１つ選び，記号で答えよ。

(イ)　遺伝形質のそろった実験動物の作製
(ロ)　移植に適する臓器の作製
(ハ)　有用な遺伝子変異の作製
(ニ)　有用な動物の系統の作製

問６　クローン生物の作製から分かることを，次の(イ)〜(ニ)から１つ選び，記号で答えよ。

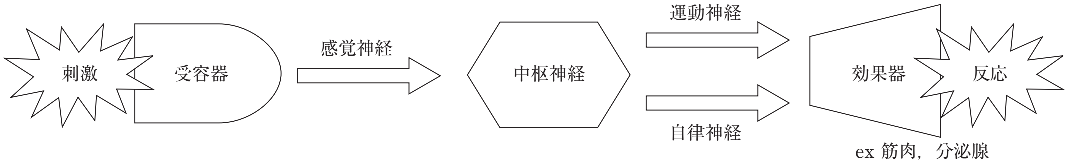
(イ)　分化した細胞にも，受精卵と同じ遺伝情報が含まれる。
(ロ)　分化した細胞には，その細胞に特異的な遺伝情報のみが残される。
(ハ)　細胞の分化は，その細胞特異的な細胞質決定因子で決まる。
(ニ)　細胞の運命は誘導現象によって決まる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第５章　動物生理

第26講　受容器

■刺激の受容と反応



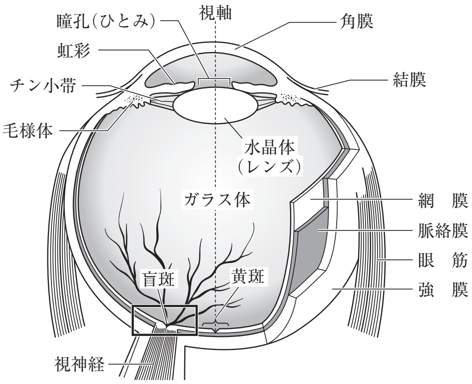
ex　光　…　眼（網膜）
音　（空気の振動）　…　耳（うずまき管）
味　（液中の化学物質）　…　舌（味覚芽）
臭い　（揮発性化学物質）　…　鼻（嗅上皮）
温度，物理的接触　…　皮膚（感覚点）

受容器は，特定の刺激のみを受容できる。
“適刺激”

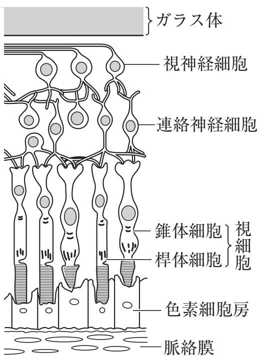
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■視覚：眼

◆眼の構造



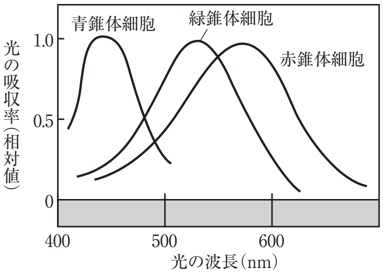
◆網膜の構造

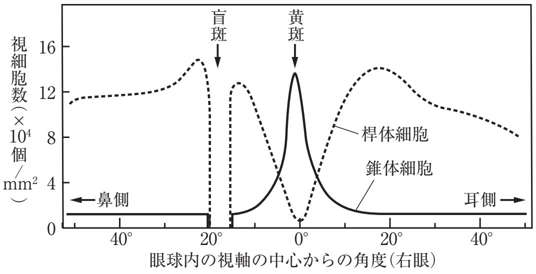


視細胞

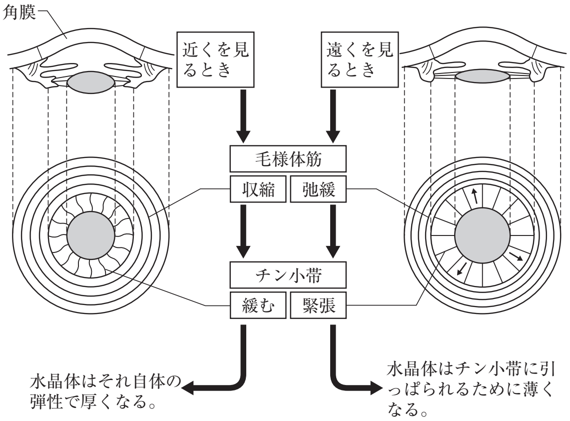
錐体細胞　…円錐型で，黄斑に集中，強光下で興奮，赤緑青の波長を吸収する三種が存在し，それらの興奮のバランスによって色を区別

桿（かん）体細胞　…棒状で，網膜の周辺部に分布，感度が高く弱光も受容できるが，一種しかないため明暗の区別しかできない





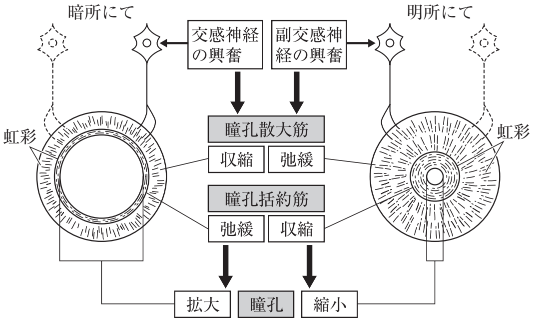
◆遠近調節



ⒸRECRUIT HOLDINGS

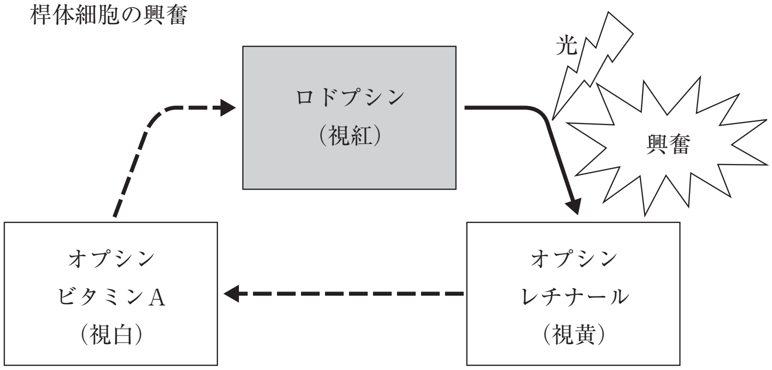
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆明暗調節



◆明順応と暗順応

桿体細胞の興奮



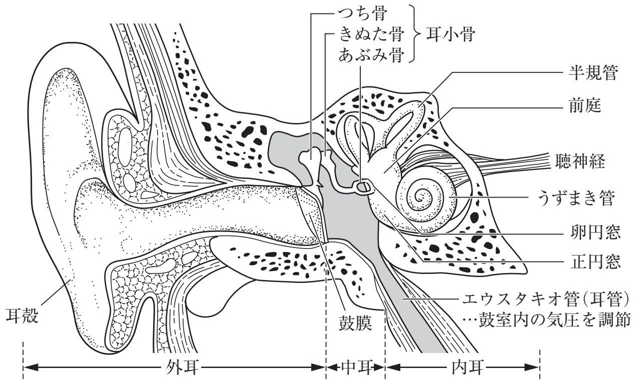
明所では，━━▶ が優勢，ロドプシン量が減少し，感度が低下…明順応
暗所では，－－▶ が優勢，ロドプシン量が増加し，感度が上昇…暗順応

ⒸRECRUIT HOLDINGS

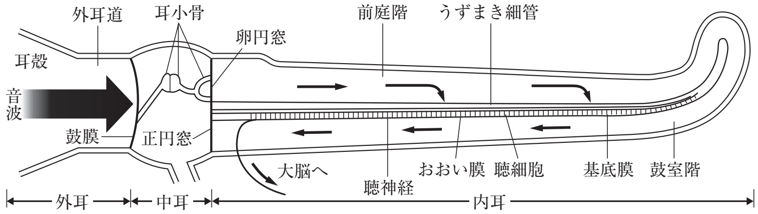
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■聴覚，平衡覚：耳

◆耳の構造

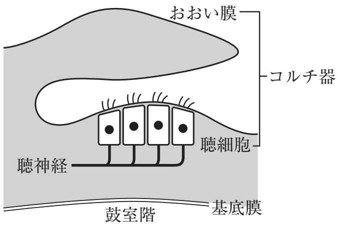


◆聴覚



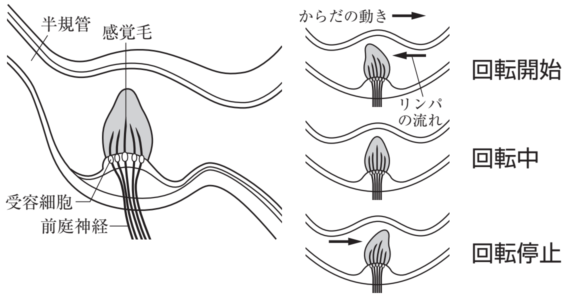
うずまき管を伸ばした模式図

・コルチ器



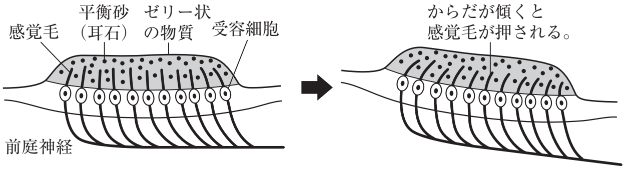
◆平衡覚

・半規管…回転の感覚



からだが回転するとリンパ液の流れによって感覚毛がゆれ，受容細胞に興奮が生じる。

・前庭…傾きの感覚



からだが傾くと平衡砂が感覚毛を動かし，受容細胞に興奮が生じる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　演習問題

以下の文章を読み，それぞれの問い(問1～4)に答えなさい。

ヒトは，様々な感覚により，外部環境の変化を詳しく知ることができる。例えば，眼は光を受容する視覚器官であり，[1]遠近の調節機能，[2]色彩感覚，[3]明暗順応などの働きが備わっている。また，耳は[4]空気の振動である音を受ける聴覚器官とからだの動きや傾きを感じる平衡器官としての働きがある。

問１　下線部[1]に関して，ヒトの眼では遠くにある物体を見るときにどのような調節がおこなわれるか。最も適切と考えられる記述を，次の①～⑧から選びなさい。

① 毛様体筋が収縮することにより，チン小帯が緩み，水晶体が厚くなる。
② 毛様体筋が収縮することにより，チン小帯が緩み，水晶体が薄くなる。
③ 毛様体筋が収縮することにより，チン小帯が緊張し，水晶体が厚くなる。
④ 毛様体筋が収縮することにより，チン小帯が緊張し，水晶体が薄くなる。
⑤ 毛様体筋が緩むことにより，チン小帯が緩み，水晶体が厚くなる。
⑥ 毛様体筋が緩むことにより，チン小帯が緩み，水晶体が薄くなる。
⑦ 毛様体筋が緩むことにより，チン小帯が緊張し，水晶体が厚くなる。
⑧ 毛様体筋が緩むことにより，チン小帯が緊張し，水晶体が薄くなる。

問２　下線部[2]に関する記述として最も適切と考えられるものを，次の①～④から選びなさい。

① 網膜には，青，緑，赤色のそれぞれの色に反応する３種類の桿体細胞が存在し，それらの反応の組み合わせで色が識別される。
② 網膜には，青，黄，赤色のそれぞれの色に反応する３種類の桿体細胞が存在し，それらの反応の組み合わせで色が識別される。
③ 網膜には，青，緑，赤色のそれぞれの色に反応する３種類の錐体細胞が存在し，それらの反応の組み合わせで色が識別される。
④ 網膜には，青，黄，赤色のそれぞれの色に反応する３種類の錐体細胞が存在し，それらの反応の組み合わせで色が識別される。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　下線部［3］に関する以下の文章の(　ア　)～(　エ　)に入る語の組み合わせとして正しいものを，あとの①～⑧から１つ選びなさい。

網膜の中心部にある黄斑には(　ア　)が多く分布し，その周辺部には(　イ　)が多く分布している。(　ウ　)はうす暗い所で働き，明暗に反応する。明るい所から急に暗がりに入ると，最初はまっ暗で何も見えないが，やがてなれて見えるようになる。このような現象を(　エ　)という。

	ア	イ	ウ	エ
①	錐体細胞	桿体細胞	桿体細胞	明順応
②	錐体細胞	桿体細胞	錐体細胞	暗順応
③	錐体細胞	桿体細胞	桿体細胞	暗順応
④	錐体細胞	桿体細胞	錐体細胞	明順応
⑤	桿体細胞	錐体細胞	錐体細胞	明順応
⑥	桿体細胞	錐体細胞	桿体細胞	暗順応
⑦	桿体細胞	錐体細胞	錐体細胞	暗順応
⑧	桿体細胞	錐体細胞	桿体細胞	明順応

問４　下線部［4］に関する記述として適切でないものを，次の①～④から１つ選びなさい。

①　外耳で集められた音は中耳にある鼓膜を振動させ，その振動は耳小骨によって増幅され，内耳のうずまき管に伝えられる。

②　音波による振動が前庭階に伝わると，音が高音(振動数の大きい)の場合は，うずまき管の基部から遠い基底膜を大きく振動させる。

③　前庭の内部には感覚毛をもった感覚細胞と，その上に平衡石(耳石)が載っており，からだが傾くと耳石がずれて重力の方向とその変化を感じる。

④　からだを回転させると半規管内のリンパ液に動きが生じ，感覚毛が刺激されて回転運動の方向や速さの感覚を生じる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　確認テスト

受容器に関する以下の問いに答えよ。

A．動物は，光を受容するための眼を持っている。目の構造はカメラの構造と似ていて，レンズの働きをする[1]によって，外界の倒立像が[2]の上に投影される。[2]には[3]と[4]の２種類の視細胞が並んでいる。[3]には青・緑・赤色のそれぞれの光で興奮する３種類があり，興奮する[3]の種類や割合などによって色の違いを受容できるが，これらの細胞は弱い光では働かないので，暗いところでは色の識別ができない。[4]は，[3]に比べると非常に弱い光にも反応するが，色の区別には使われていない。また，眼に入る光の量は，虹彩にある筋肉の働きによって[5]の大きさを変えることで調節される。視細胞で生じた興奮は，視神経によって大脳に伝えられ，そこで視覚が生じる。視神経が[2]を貫いている部分を[6]といい，視細胞が分布していないので，ここでは光を受容することができない。

問１　Ａの文中の[1]～[6]にあてはまる最も適切なものを次の①～⑩からそれぞれ選択せよ。

①　ガラス体	②　角膜	③　網膜	④　視神経細胞
⑤　盲斑	⑥　錐体細胞	⑦　水晶体	⑧　黄斑
⑨　瞳孔	⑩　桿体細胞		

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

Ｂ．音は，聴覚器によって受容される。ヒトの耳は[7]・[8]・[9]からなり，[7]で音の強弱・高低などを識別している。空気の振動として伝わってきた音波は，[8]の[10]で集められ，[8]道を通ってその奥にある鼓膜を振動させる。鼓膜の振動は，[9]にある耳小骨によって増幅されてうずまき細管に伝えられる。うずまき細管の内側はリンパ液で満たされている。耳小骨の振動は，このリンパ液に伝えられ，[11]を振動させる。[11]の振動は，[11]の上にある[12]の聴細胞に，振動に応じた興奮を生じさせる。聴細胞の興奮は，大脳に伝えられ聴覚を生じる。

問２　Ｂの文中の[7]～[12]にあてはまる最も適切なものを次の①～⑩からそれぞれ選択せよ。

①　外耳　②　半規管　③　内耳　④　耳管
⑤　基底膜　⑥　前庭器官　⑦　中耳　⑧　コルチ器官
⑨　感覚毛　⑩　耳殻

問３　視覚に関する説明のうち，正しいものの組み合わせを選択せよ。

ａ．遠近調節は，物体までの距離に応じて水晶体の厚さを変え焦点の位置を調節することによって行う。
ｂ．遠くを見るときは，毛様筋が収縮してチン小帯が緩むので水晶体は厚くなる。
ｃ．ミツバチは，ヒトが受容することができる可視光線の範囲外の紫外線も受容することができる。

①　ａのみ　②　ｂのみ　③　ｃのみ　④　ａとｂ
⑤　ｂとｃ　⑥　ａとｃ　⑦　ａとｂとｃ　⑧　なし

問４　光を受容する色素に関する説明のうち，正しいものの組み合わせを選択せよ。

ａ．視細胞の光に対する感度は，光を吸収する色素の量で決まる。
ｂ．色素は，光の刺激を受けると瞬時に分解され，またすぐ再合成される。
ｃ．暗い場所では，色素が蓄積し，視細胞の感度が大きく上昇する。

①　ａのみ　②　ｂのみ　③　ｃのみ　④　ａとｂ
⑤　ｂとｃ　⑥　ａとｃ　⑦　ａとｂとｃ　⑧　なし

問５　刺激の受容と感覚に関する説明のうち，正しいものの組み合わせを選択せよ。

ａ．受容器には特定の刺激に対して敏感に興奮する感覚細胞が集まっている。
ｂ．受容器の感覚細胞はある強さ以上の適刺激で興奮し，その強さの最大値を閾値という。
ｃ．受容器が受容できる刺激の種類をその受容器の適刺激という。

①　ａのみ　②　ｂのみ　③　ｃのみ　④　ａとｂ
⑤　ｂとｃ　⑥　ａとｃ　⑦　ａとｂとｃ　⑧　なし

©RECRUIT HOLDINGS

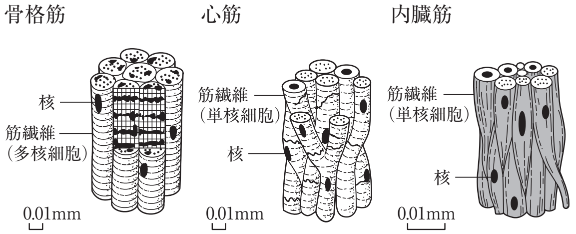
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　効果器

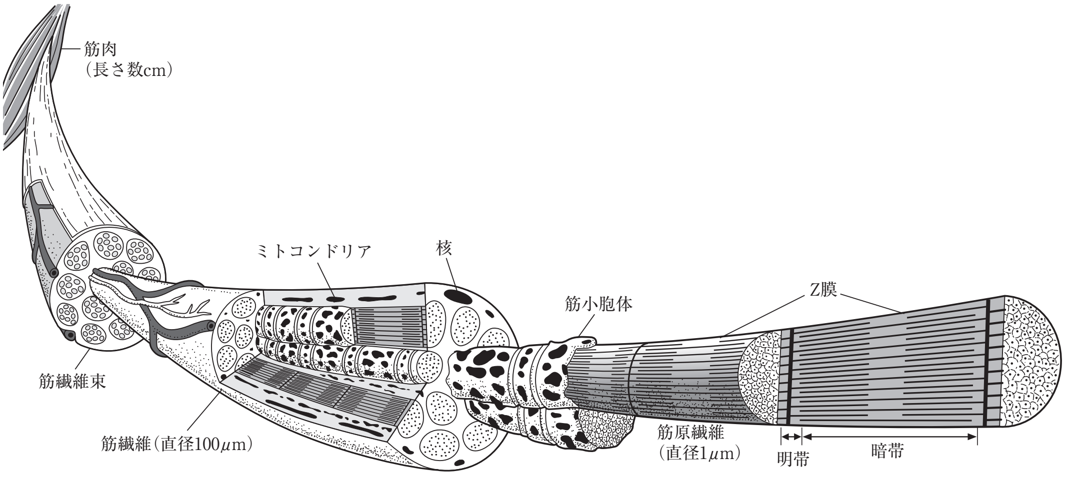
■筋肉

◆筋肉の分類

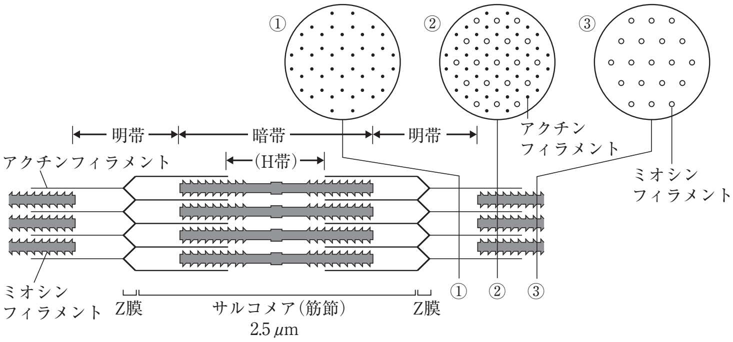
形態	分布	神経支配	特徴
横紋筋	骨格筋	随意筋（ずいいきん）	横紋がある多核の筋繊維で構成される。収縮は速いが，疲れやすい。
横紋筋	心　筋	不随意筋	横紋がある単核で枝分かれのある細胞で構成される。収縮は速く，疲れにくい。
平滑筋	内臓筋	不随意筋	横紋のない単核で紡錘形の細胞からなる。収縮はゆるやかだが，疲れにくい。



◆筋肉の階層



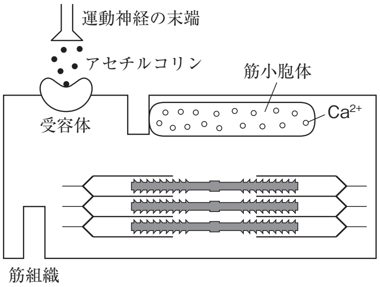
◆サルコメア…筋収縮の最小単位。アクチンフィラメントとミオシンフィラメントからなる。



©RECRUIT HOLDINGS

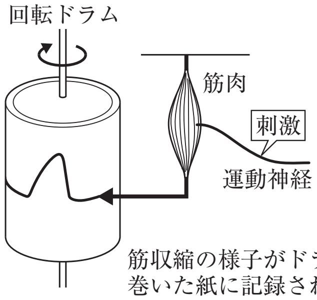
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

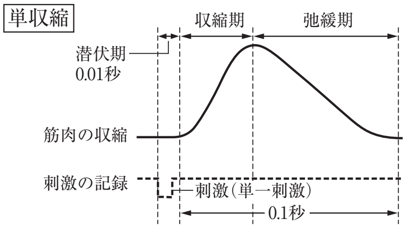
◆筋収縮

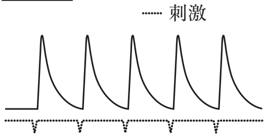
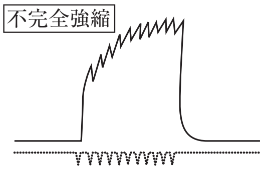
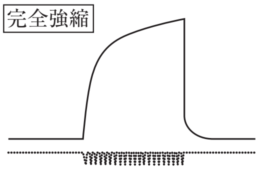


①運動神経の末端からアセチルコリンが放出される。
②筋繊維の細胞膜上の受容体にアセチルコリンが結合，膜が興奮する。
③筋小胞体からCa^{2+}が放出。Ca^{2+}はアクチンフィラメントに結合する。
④アクチンフィラメントとミオシンフィラメントが結合できるようになり，ミオシンフィラメントがATPを分解することで，アクチンフィラメントがミオシンフィラメント間に滑り込んで収縮する。

・筋肉の収縮



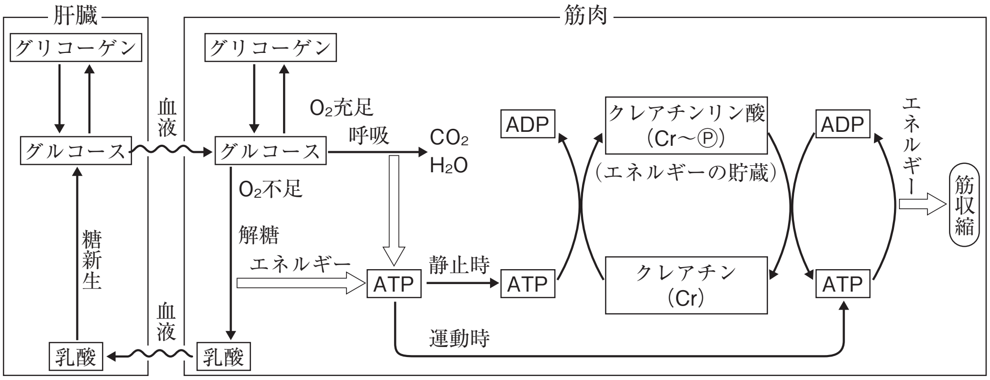


単収縮	不完全強縮	完全強縮
		
単一刺激を低頻度で与えたときの収縮を単収縮（れん縮）という。	弛緩の途中で次の収縮が起こる頻度で刺激した場合の収縮を不完全強縮という。	高頻度で刺激を与えたときの収縮を完全強縮という。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

・筋収縮のエネルギー



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　演習問題

筋肉では，細長い細胞が多数集まって収縮性の強い構造をつくっている。このような組織を筋組織といい，(a)横紋の見られる筋肉と横紋の見られない筋肉とに分けられる。骨格筋は横紋の見られる筋肉であり，直径0.05～0.1mm，長さ数cmの巨大な筋細胞からできている。この内部には筋原繊維と呼ばれる円筒状の構造が束になって存在する。(b)筋原繊維は，Z膜という構造で仕切られたサルコメアとよばれる基本単位がくり返されてできている。サルコメアの中には,ミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが規則的に並んでいる。また,筋小胞体と呼ばれる袋状の膜構造が筋原繊維を包むように分布している。

運動神経の興奮が筋細胞に伝えられると，(c)筋細胞の細胞膜が興奮し，その興奮が筋小胞体に伝えられ，筋小胞体からカルシウムイオン(Ca^{2+})が放出され，このCa^{2+}の作用によって，アクチンフィラメントがミオシンフィラメントと結合できるようになる。この結合によって，ミオシン分子の頭部(ミオシンフィラメントから出ている突起)がATPを加水分解してエネルギーを産生する。このエネルギーを用いてミオシンフィラメントはアクチンフィラメントをたぐり寄せ，(d)アクチンフィラメントがミオシンフィラメントの間に滑り込み，筋細胞が収縮する。筋細胞の興奮がなくなると，Ca^{2+}は能動輸送によって筋小胞体に取り込まれ，ミオシンフィラメントとアクチンフィラメントが離れ，筋肉が弛緩する。

(1)　下線部(a)に関して，体を構成する筋肉の特性を比較した表１を示す。空欄(　ア　)～(　ク　)に入る最も適切なものを下の①～⑧からそれぞれ選んで番号で答えなさい。

表1　筋肉の分類とその性質

特性＼種類	骨格筋	心筋	平滑筋
横紋	(　ア　)	ある	(　イ　)
1つの細胞に含まれる核の数	(　ウ　)	1個か2個	(　エ　)
収縮の速さ	(　オ　)	速い	(　カ　)
随意筋・不随意筋	随意筋	(　キ　)	(　ク　)

①　ある　　②　ない　　③　1個　　④　複数個
⑤　速い　　⑥　遅い　　⑦　随意筋　　⑧　不随意筋

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑵　下線部⒝に関して，明帯（明るい部分），暗帯（暗い部分），サルコメア，Ｚ膜，アクチンフィラメント，ミオシンフィラメントに相当する部分の番号を図１の①～⑥からそれぞれ選んで番号で答えなさい。

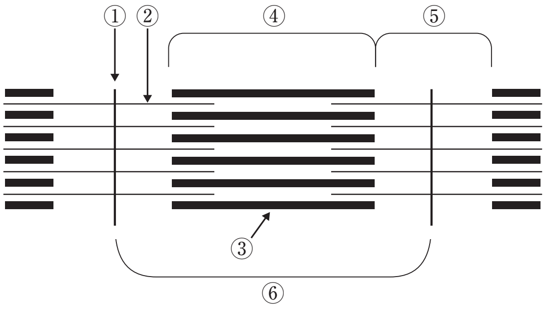


図１

⑶　下線部⒞に関して，電気刺激によって骨格筋の筋細胞膜を興奮させて，筋収縮をおこさせた。刺激の頻度（ひんど）を増やすと，図2の①～③の収縮パターンが得られた。これらの筋収縮の名称を答えなさい。

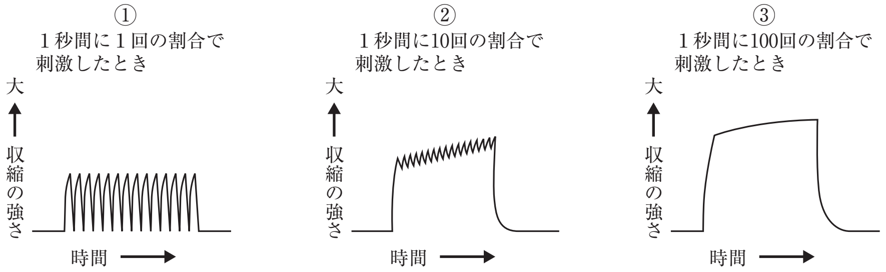


図２

⑷　下線部⒟に関して，いま，筋肉が弛緩しているときの明帯の長さが1.3μm，暗帯の長さが1.7μmであった。このときのサルコメアの長さは何μmであるかを答えよ。つぎに筋細胞が収縮し，サルコメアの長さは筋肉が弛緩しているときより10％短縮した。このとき，明帯と暗帯の長さはそれぞれ何μmになるかを答えなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑸　いま，筋肉が弛緩しているときのアクチンフィラメントとミオシンフィラメントが重なり合っている部分の１ヵ所の長さが各0.1μm，明帯の長さが1.3μm，暗帯の長さが1.7μmである骨格筋がある。サルコメアの長さを3.2μmに引きのばした状態で，筋細胞膜に興奮をおこさせて収縮力が生じるか否かを答え，その理由を50字以内で説明しなさい。ただし，このとき筋細胞膜や細胞内の膜構造が壊れることはなかったとします。

⑹　筋収縮にはATPが必要であるが，頻繁(ひんぱん)に収縮するとATPが不足する。筋肉には高エネルギーリン酸結合をもつ化学物質が多量に含まれており，ATPが必要になると，この物質を分解して得られたエネルギーとリン酸によって，ADPからATPが合成される。この高エネルギーリン酸化合物の名称を答えなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

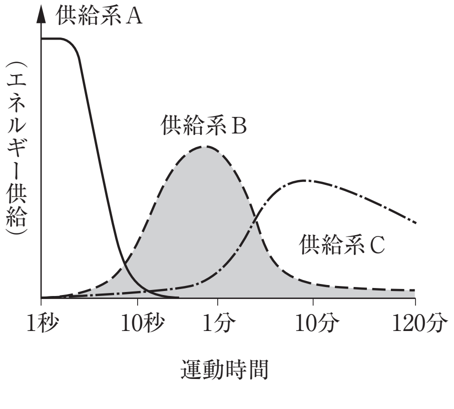
第27講　確認テスト

神経からの興奮が筋繊維に伝えられると1)骨格筋は収縮し，やがて弛緩する。骨格筋の収縮は，2)筋原繊維の２種類のフィラメント間の滑り運動にもとづいている。

ヒトにおける筋肉の活動のエネルギー源はATPである。図１に示すように，陸上競技では，ATPは運動時間に応じて３種類の異なった供給系から供給されている。約10m/秒の速度で疾走する100メートル走では，スタート直後は，貯蔵ATPと供給系Ａから得られるATPをエネルギー源として用いる。その後は，主に供給系Ｂにより，筋肉に蓄えられたグリコーゲンを材料として得られるATPを用いる。走行中にグリコーゲンから生じた疲労物質である（　イ　）は，走行後に再びグリコーゲンに変換される。

マラソンでは，利用可能なエネルギー源として（　ロ　）に蓄えられたグリコーゲンが筋肉のグリコーゲンを補う働きをする。しかし，これだけでは，競技に必要な多量のATPを賄うには充分ではなく，体内に蓄えられた（　ハ　）を材料とした供給系Ｃから大部分のATPを得ている。この供給系ＣからのATPの生成はホルモンにより調節されている。激しい運動により血糖値が＜　あ　＞くなるとインスリンに対するグルカゴンの比が＜　い　＞くなり，その結果（　ハ　）からの（　ニ　）の生成が増加する。生じた（　ニ　）は，3)酸化反応によりC_2化合物（活性酢酸）に変換されたのちクエン酸回路に入りATP合成に使用される。

図１



問１　文中の（　イ　）～（　ニ　）にあてはまる最も適当な語句を次のa～hからそれぞれ選べ。

a．グルコース　　b．セルロース　　c．ピルビン酸　　d．乳酸
e．アミノ酸　　f．腎臓　　g．すい臓　　h．肝臓

問２　図１のエネルギー供給系Ａ－Ｂ－Ｃの組み合わせとして最も適当なものを次のａ～ｆから選べ。

a．クエン酸回路－好気呼吸－解糖　　b．解糖－クレアチンリン酸－クエン酸回路
c．好気呼吸－解糖－クレアチンリン酸　　d．クレアチンリン酸－解糖－好気呼吸
e．クレアチンリン酸－好気呼吸－解糖　　f．好気呼吸－クエン酸回路－解糖

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　文中の＜　あ　＞・＜　い　＞にあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，次のa～dから選べ。

a．＜　あ　＞高　＜　い　＞高　　b．＜　あ　＞低　＜　い　＞高

c．＜　あ　＞高　＜　い　＞低　　d．＜　あ　＞低　＜　い　＞低

問４　文中の下線部1)の収縮・弛緩を調節している機構の説明として最も適当なものを，次のa～dから選べ。

a.　筋繊維の細胞膜の興奮がＴ管をへて筋原繊維を取りかこむ筋小胞体に伝えられ，筋小胞体が細胞質基質から能動的にCa^{2+}を取り込むと筋肉は収縮し，興奮が終わるとCa^{2+}の大部分は受動的に筋小胞体から細胞質基質に放出され，筋肉は弛緩する。

b.　筋繊維の細胞膜の興奮がＴ管をへて筋原繊維を取りかこむ筋小胞体に伝えられ，筋小胞体から細胞質基質に受動的にCa^{2+}が放出されると筋肉は収縮し，興奮が終わるとCa^{2+}の大部分は能動的に筋小胞体に取り込まれ，筋肉は弛緩する。

c.　筋繊維の細胞膜の興奮がＺ膜をへて筋原繊維を取りかこむ筋小胞体に伝えられ，筋小胞体が細胞質基質から能動的にCa^{2+}を取り込むと筋肉は弛緩し，興奮が終わるとCa^{2+}の大部分は受動的に筋小胞体から細胞質基質に放出され，筋肉は収縮する。

d.　筋繊維の細胞膜の興奮により筋原繊維が興奮し，その興奮が筋原繊維を取りかこむ筋小胞体に伝えられるとそこから細胞質基質に受動的にCa^{2+}が放出されて筋肉は弛緩し，興奮が終わるとCa^{2+}の大部分は能動的に筋細胞外に放出され，筋肉は収縮する。

問５　文中の下線部２)の機構により筋繊維は収縮する。図2aは，細いフィラメント間には重なりがなく，それらのフィラメントの先端同士が接触した収縮状態におけるサルコメアを模式的に示している。一方，図2bは，その長さが3.50μmで弛緩状態にあるサルコメアを示しており，その弛緩状態においては，太いフィラメントと細いフィラメントが相互に重ならず，また，それらのフィラメントの先端の間に隙間がない。以下の問(ⅰ)･(ⅱ)に答えよ。

図2a

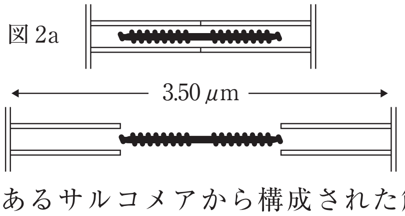


図2b

(ⅰ)　図2aに示した収縮状態にあるサルコメアから構成された筋原繊維の明帯の長さは0.40μmであった。筋原繊維の暗帯の長さ[μm]を求めよ。

(ⅱ)　図2bの弛緩状態にあるサルコメアが図2aの状態に収縮するのに0.31秒かかった。弛緩時の長さが24.5cmの筋繊維があり，その全長にわたってこのサルコメアが均一に連なっていると仮定したとき，この筋繊維の収縮速度[cm/秒]を求めよ。

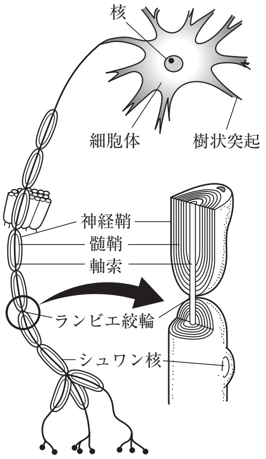
©RECRUIT HOLDINGS

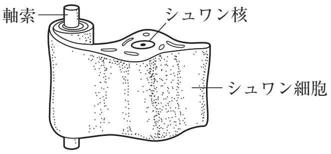
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　神経細胞

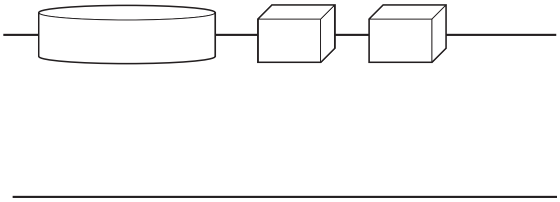
■神経細胞

◆ニューロンの構造



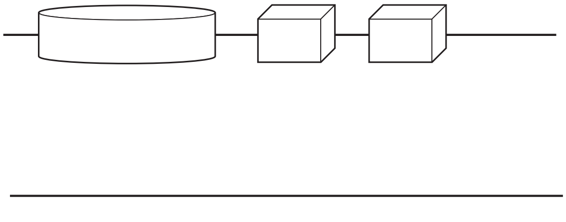


◆興奮の伝導　…　神経繊維上を膜の興奮が伝播



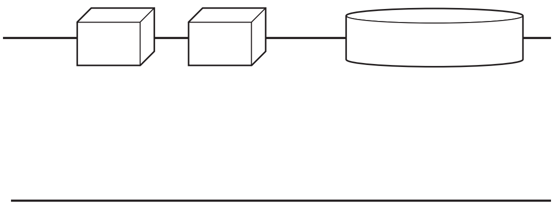
①軸索の細胞膜上には，能動輸送を行うNa^+ポンプと受動輸送を行うNa^+チャネル，K^+チャネルが存在。ポンプによるNa^+とK^+の移動，K^+チャネルによるK^+の漏えいにより，軸索内の電位が負に。

<u>静止電位</u>　（－70～－90mV）



②刺激によって，Na^+チャネルが開く。その結果，Na^+が軸索内に流入し，軸索内の電位が相対的に正に。

<u>活動電位</u>　（＋100～＋110mV）

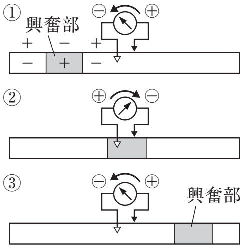


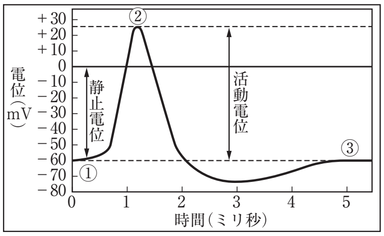
③Na^+チャネルが閉じ，すぐにK^+チャネルが開く。その結果，K^+が軸索外に流出し，再び軸索内が負に。イオンのバランスから，すぐには活動電位を生み出せない。改めてポンプが作動し，①の状態に移行する。<u>不応期</u>

ⒸRECRUIT HOLDINGS

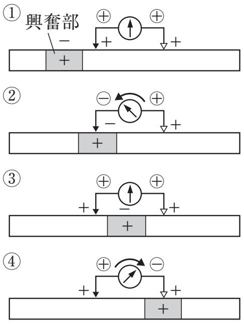
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

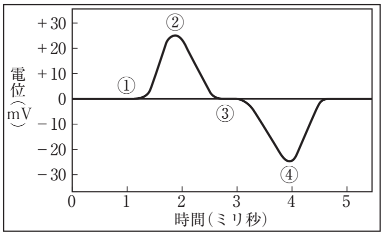
・電位の測定…↓を基準に⇩の電位を評価





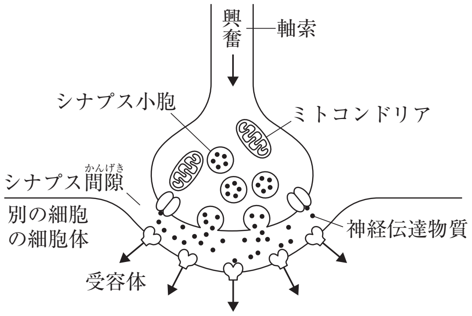
①↓は＋，⇩は－。
②↓は－，⇩は＋。
③↓は＋，⇩は－。





①↓，⇩はともに＋。
②↓は－，⇩は＋。
③↓，⇩はともに＋。
④↓は＋，⇩は－。

◆興奮の伝達



神経伝達物質

アセチルコリン…運動神経
　　　　　　　　副交感神経

ノルアドレナリン…交感神経

他，ドーパミン，セロトニン

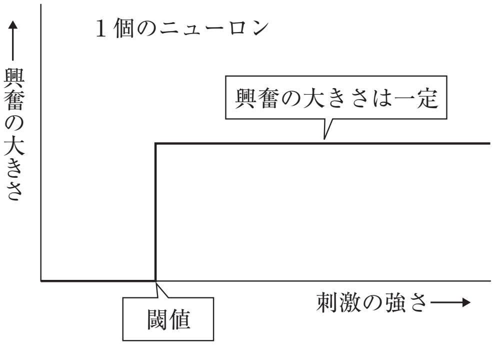
・軸索の末端まで興奮が到達すると，シナプス小胞から神経伝達物質が放出される。
・神経伝達物質はシナプス間隙を拡散し，樹状突起(細胞体)側の受容体に結合する。
・神経伝達物質の受容体への結合によって細胞が興奮し，伝達は完了する。
・放出された神経伝達物質は速やかに分解・回収され，過剰な反応を抑えている。

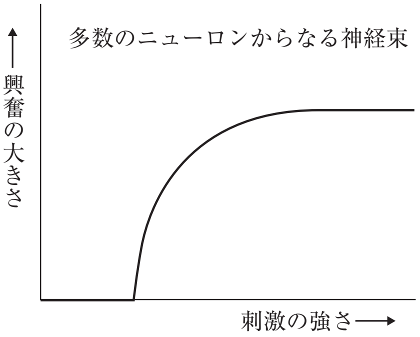
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆全か無かの法則

・刺激の強さと興奮の大きさ

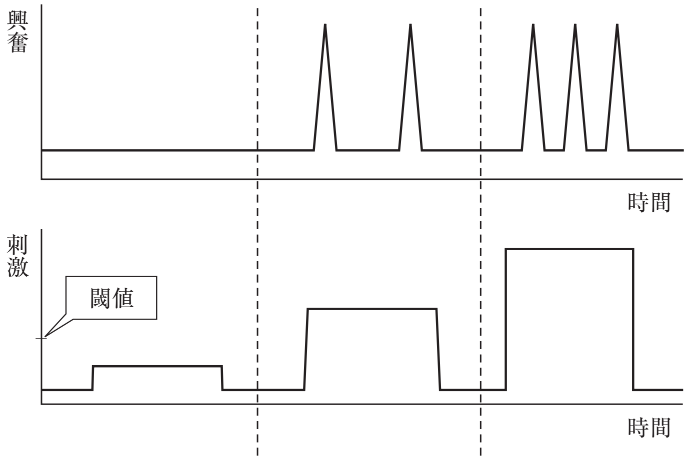




・１個のニューロンは閾値以下の刺激では反応しないが，閾値以上の刺激では一定の大きさの興奮を示す。
　→　“全か無かの法則”

・神経束は，閾値の異なるニューロンの集合であるため，全か無かの法則には従わない。

・刺激の強さと興奮の頻度



・１個のニューロンに，持続的な刺激を与えると，刺激の強さは，興奮の頻度に変換されて伝えられる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　演習問題

動物の神経細胞における興奮の伝導と伝達に関する次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

神経細胞の$_{ア}$軸索の末端は，[1]間隙と呼ばれる狭いすきまを隔てて次のニューロンと連絡する。軸索末端部に隣接する神経細胞の[1]側の細胞膜には，伝達物質依存性チャネルが存在する。軸索末端部から放出された$_{イ}$神経伝達物質がこのチャネルを構成するタンパク質に結合すると，タンパク質が変形し，チャネルが開き（　A　）して膜電位が変化する。このチャネルはすぐに閉じるが，近くにある電位依存性の[2]チャネルが開き，（　B　）する。このようにして細胞内の[2]イオン濃度が[3]，活動電位を生じ，細胞に興奮が伝達される。その後，分泌された神経伝達物質は，直ちに[4]されたり，再び[5]へ取り込まれたりして，興奮の伝達は終了する。

問１　上の文中の[1]～[5]にあてはまる最も適切なものを次の解答群からそれぞれ選べ。

[1]　カルシウム	[2]　ナトリウム	[3]　カリウム	[4]　Ｚ膜
[5]　シナプス	[6]　神経節	[7]　毛細血管	[8]　標的細胞
[9]　神経終末	[0]　拡散	[a]　分解	[b]　中和
[c]　高まって	[d]　低下して		

問２　上の文中の（　A　），（　B　）にあてはまる最も適切な記述を次の解答群からそれぞれ選べ。

[1]　細胞内のナトリウムイオンが細胞外に流出
[2]　細胞外のナトリウムイオンが細胞内に流入
[3]　細胞内のカルシウムイオンが細胞外に流出
[4]　細胞外のカルシウムイオンが細胞内に流入
[5]　細胞内のカリウムイオンが細胞外に流出
[6]　細胞外のカリウムイオンが細胞内に流入

問３　下線部アに関する適切な記述を次の解答群から２つ選べ。

[1]　軸索の一部が刺激されると，興奮は神経末端側の一方向に伝導する。
[2]　軸索の一部が刺激されると，興奮は両方向に伝導する。
[3]　無髄神経繊維では，軸索が太くなると，情報を運ぶ速度が速くなる。
[4]　無髄神経繊維とは，軸索が神経鞘に包まれていない神経繊維をいう。
[5]　１本の軸索に刺激を与えるとき，刺激を強くするにしたがって活動電位の大きさは大きくなる。
[6]　無髄神経繊維の伝導速度は，一般に70～120m/秒であり，有髄神経繊維では，およそその100倍の速度で伝導する。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　下線部イに関する適切な記述を次の解答群から２つ選べ。

［1］　運動神経末端からは，ノルアドレナリンが放出される。

［2］　運動神経末端からは，アドレナリンが放出される。

［3］　運動神経末端からは，アセチルコリンが放出される。

［4］　交感神経の末端からはアセチルコリンが，副交感神経の末端からはノルアドレナリンがそれぞれ分泌される。

［5］　交感神経の末端からはノルアドレナリンが，副交感神経の末端からはアセチルコリンがそれぞれ分泌される。

［6］　交感神経の末端からはアドレナリンが，副交感神経の末端からはアセチルコリンがそれぞれ分泌される。

［7］　交感神経の末端からはアセチルコリンが，副交感神経の末端からはアドレナリンがそれぞれ分泌される。

［8］　神経伝達物質は，ノルアドレナリンとアセチルコリンのみである。

［9］　神経伝達物質は，アドレナリンとアセチルコリンのみである。

問５　受容器からの信号の伝達に関する適切な記述を次の解答群から２つ選べ。

［1］　聴神経は，基底膜が振動し，コルチ器内の聴細胞の感覚毛とおおい膜とが接触することにより聴細胞で生じた興奮を大脳に伝える。

［2］　前庭神経は，体の傾きにより生じた耳小骨のずれを感知して脳に伝える。

［3］　前庭神経は，体の回転による半規管内のリンパ液の動きを感知した感覚細胞で生じた興奮を脳に伝える。

［4］　視神経は，黄斑で束となって眼球から外へ出ていく。

［5］　視神経細胞は，網膜と脈絡膜の間に分布し，連絡神経細胞を介して視細胞で生じた興奮を受け取り大脳に伝える。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　確認テスト

神経に関する以下の各問に答えよ。

問１　次の［１］，［２］には語群Ａより，［３］～［５］には語群Ｂより，また［６］～［８］には語群Ｃより適当な語をそれぞれ選べ。

神経系は，脳などからなる［１］系と脊髄神経などからなる［２］系に大別される。神経系を構成している神経細胞はニューロンとも呼ばれ，核を含んだ［３］と，軸索からできている。また［４］神経の［３］には［５］突起と呼ぶ細い突起が発達している。神経細胞に毛細管電極を差し込んで，細胞内外の電位をはかってみると，刺激を受けていない場合には，［６］側が［７］側よりも電位が低い。この時の電位差を［８］電位という。刺激が強くなると，一時的に内外の電位が逆転する。この一過性の電位の変化を活動電位と呼ぶ。この電位変化が，隣接する部分への微弱な電流を誘導し，それが刺激となって隣接部に同じような電位変化が生じる。この電位変化が次々と軸索に沿って伝わることを興奮の伝導という。

＜語群Ａ＞

a）自律神経	b）脳神経	c）体性神経
d）末梢神経	e）中枢神経	f）交感神経

＜語群Ｂ＞

a）核小体	b）細胞体	c）樹状
d）神経	e）運動	f）感覚

＜語群Ｃ＞

a）内	b）外	c）低
d）定常	e）静止	f）膜

問２　刺激の強さの度合いは，活動電位のどのような変化となってあらわれるか。次のa)～d)から１つ選べ。

a）刺激の強さに比例して活動電位の大きさが増加する。

b）ある一定の強さの刺激までは，刺激の強さに比例して活動電位の大きさが増加する。それ以上強い刺激に対しては，活動電位は変化せず，活動電位の生じる頻度が増加する。

c）ある一定の強さの刺激によって活動電位が生じ，それ以上強い刺激に対しては，活動電位の大きさが刺激の強さに比例して増加する。

d）ある一定の強さの刺激によって活動電位が生じ，それ以上強い刺激に対しては，活動電位の大きさは変化せず，活動電位の生じる頻度が増加する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　脊椎動物の多くの神経細胞の軸索では，髄鞘と呼ばれる構造がその周囲をおおっている場合があるが，それはどのような構造か。次のa)～d)から１つ選べ。

a)　軸索の細胞膜が肥厚したもの。

b)　軸索の細胞膜が外に飛び出て，その膜が軸索に巻き付いたもの。

c)　神経細胞とは別の細胞が軸索に巻き付いたもの。

d)　軸索のまわりにタンパク質が沈着したもの。

問４　髄鞘が発達した神経は，そうでないものに比べ，興奮の伝導の速さはどうか，またその理由はなぜか，正しいものの組み合わせをあとのa)～e)から１つ選べ。

＜速　さ＞

1)　おそい　　　　2)　はやい

3)　伝導の速さと髄鞘の発達は無関係である。

＜理　由＞

ア)　髄鞘は電気的伝導性が高いので，電気的変化が速く伝わるから。

イ)　髄鞘は電気的絶縁性が高いので，電気的変化が伝わりにくいから。

ウ)　髄鞘は電気的絶縁性が高いので，電気的変化が髄鞘を跳び越して伝わるから。

エ)　髄鞘におおわれた部分も，その内側ではおおわれていない部分と同じ電気的変化が生じるから。

＜組み合わせ＞

a)　１とイ　　b)　１とウ　　c)　２とア　　d)　２とウ　　e)　３とエ

問５　次の文a)～d)から正しいものを２つ選べ。

a)　神経細胞の軸索の部分を人為的に刺激すると，興奮はその両方へ伝わるが，生体の中では，伝わる方向は決まっている。

b)　神経細胞どうしの接合部(シナプス)では，神経伝達物質は両方の神経細胞から放出される。

c)　ヒトの座骨神経では，興奮の伝わる速度は毎秒60ｍ以上にも達する。

d)　シナプスでは，放出された伝達物質の量に比例した大きさの活動電位が生じる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

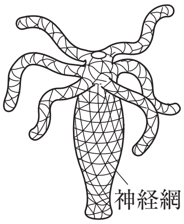
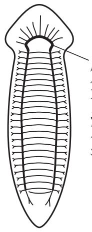
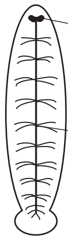
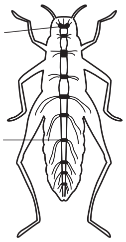
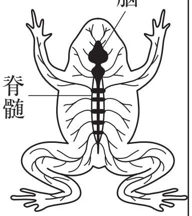
＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　神経系

■神経系

◆神経系の発達

散在神経系	集中神経系		
	かご形神経系	はしご形神経系	管状神経系
刺胞動物  ヒドラ	扁形動物  プラナリア	環形動物　節足動物  ヒル　バッタ	脊つい動物  カエル

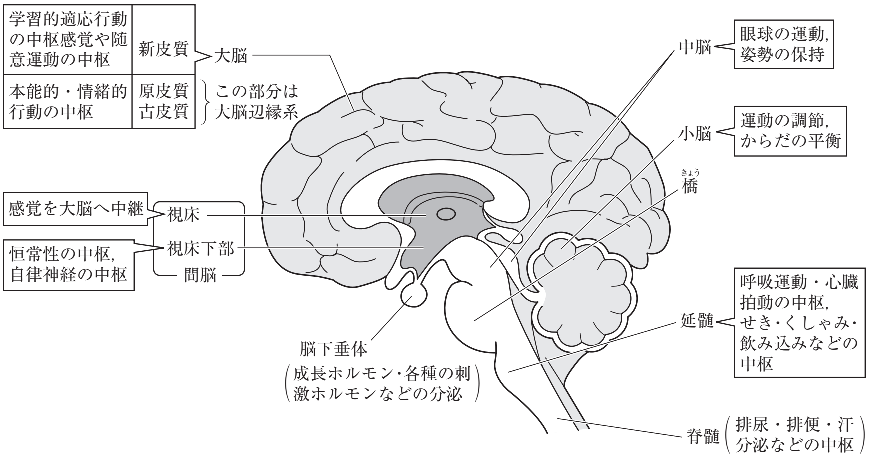
◆管状神経系

- 管状神経系
  - 中枢神経
    - 脳（大脳・間脳・中脳・小脳・延髄）
    - 脊髄
  - 末しょう神経系
    - 体性神経系
      - 感覚神経（受容器から中枢へ情報を伝達する求心性神経）
      - 運動神経（中枢から効果器へ命令を伝達する遠心性神経）
    - 自律神経系
      - 交感神経
      - 副交感神経

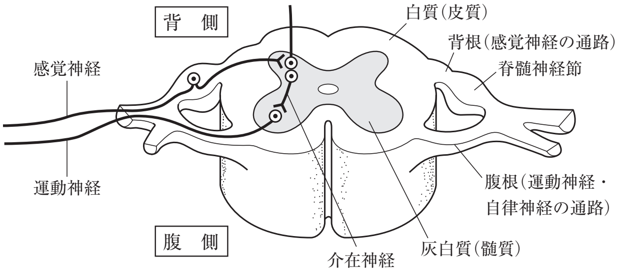
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■中枢神経系

◆脳

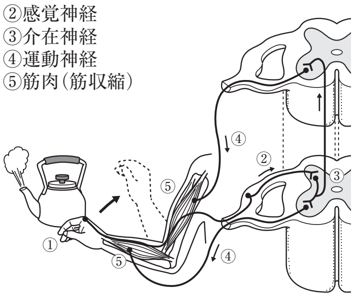


◆脊髄

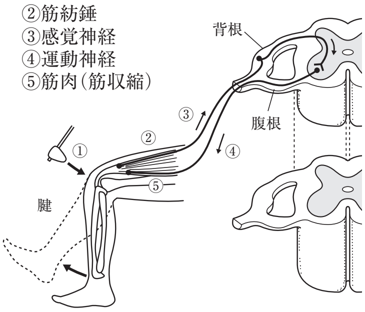


◆反射…大脳を介さない運動。

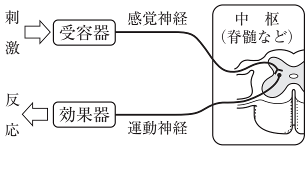
●屈筋反射
①刺激（熱受容器）
②感覚神経
③介在神経
④運動神経
⑤筋肉（筋収縮）



●膝がい腱反射
①刺激（腱を伸ばす）
②筋紡錘
③感覚神経
④運動神経
⑤筋肉（筋収縮）



●反射弓　反射における興奮の伝達経路。



（反射の中枢）

脊髄…膝がい腱反射，屈筋反射
延髄…唾液の分泌，せき，くしゃみ
中脳…瞳孔反射，姿勢保持の反射

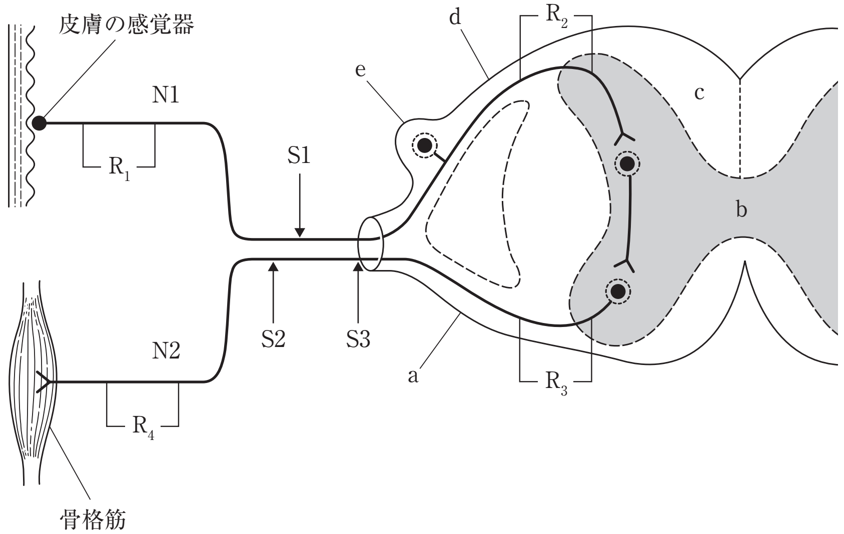
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　演習問題

ホ乳類の神経に関する文を読み，以下の問いに答えよ。

あるホ乳類の脊髄の断面図と脊髄反射の経路の模式図が図1に示してある。図中のN1とN2はニューロンの軸索を，a～eは脊髄およびその周辺の各部位の位置を，S1～S3は刺激電極の位置を，R_1～R_4は記録電極の位置をそれぞれ示してある。図中のbの部分は［ア］が集まった部分，cの部分は［イ］が集まった部分で，大脳と逆の構造をしている。

図1



問1　次の(1)，(2)に答えよ。

(1)　文中の［ア］，［イ］に入る語句はどれか。①～⑥よりそれぞれ選んで番号を答えよ。

①　ミトコンドリア　　②　神経繊維
③　筋繊維　　④　中心体
⑤　細胞体　　⑥　軟骨

(2)　図1中のa～eの名称は何か。①～⑨よりそれぞれ選んで番号を答えよ。

①　白質　　②　背根
③　シナプス　　④　脊髄神経節
⑤　ランビエ絞輪　　⑥　髄鞘
⑦　腹根　　⑧　灰白質
⑨　シナプス小胞

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　S1で電気刺激をしたところ骨格筋に収縮が観察された。この場合，R_1〜R_4のうち活動電位が記録できるのはどこか。①〜⑦より1つ選んで番号を答えよ。

① R_4　② R_3，R_4　③ R_2　④ R_2，R_3
⑤ R_2，R_4　⑥ R_2，R_3，R_4　⑦ R_1，R_2，R_3，R_4

問3　S2で電気刺激をしたところ骨格筋に収縮が観察された。この場合，R_1〜R_4のうち活動電位が記録できるのはどこか。①〜⑦より1つ選んで番号を答えよ。

① R_4　② R_3，R_4　③ R_2　④ R_2，R_3
⑤ R_2，R_4　⑥ R_2，R_3，R_4　⑦ R_1，R_2，R_3，R_4

問4　S2とS3で同時に閾値以上の刺激を与えた場合，R_3ではどのような反応が観察されるか。①〜⑤より1つ選んで番号を答えよ。

① 1個の活動電位だけが観察される。
② 2個の活動電位が観察される。
③ 3個以上の活動電位が観察される。
④ 活動電位は互いに打ち消されるので1個も観察されない。
⑤ S2とS3で加える刺激の大きさにより，2個の場合もあるし，3個以上の場合もある。

問5　興奮のニューロン内を伝わる伝導速度を求めるために，刺激を与えてから，骨格筋が収縮するまでの時間を測定してみた。骨格筋から2.5cmのところにあるS2を刺激すると，骨格筋は5.8ミリ秒後に収縮した。骨格筋から4.5cmにあるS3を電気刺激すると，6.6ミリ秒後に収縮した。ニューロンN2の伝導速度はいくらか。①〜⑧より1つ選んで番号を答えよ。

① 4.3m/秒　② 6.8m/秒　③ 12.5m/秒　④ 25.0m/秒
⑤ 28.4m/秒　⑥ 43.2m/秒　⑦ 68.2m/秒　⑧ 75.0m/秒

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　確認テスト

(1)と(2)の文を読み，問1～5に答えよ。

(1)　末しょう神経は［ア］系と［イ］系に分けられ，［ア］系には受容器からの刺激を脳や脊髄に伝えるはたらきをする神経である［ウ］と，脳や脊髄からの指令を効果器に伝えるはたらきをする神経である運動神経がある。運動神経の軸索は［エ］に囲まれた有髄神経繊維であり，その末端は骨格筋と神経筋接合部を形成して接している。運動神経が興奮すると，神経終末内にある［オ］から，［カ］などの伝達物質がシナプス間隙に放出される。筋繊維の表面にある受容体が伝達物質を受け取り，［キ］が発生する。筋肉全体に興奮が伝わると，筋小胞体からカルシウムイオンが放出される。カルシウムイオンは調節タンパク質と結合し，a)太いフィラメントと細いフィラメントが接触できるようになる。太いフィラメントにある多数の突起はATPを分解する機能をもっており，ATPの分解によって得られるエネルギーを利用して，細いフィラメントは太いフィラメントの間に滑り込む。その結果，［ク］の長さが短縮し，筋肉全体が収縮する。

問１　文中の［ア］～［ク］に入る最も適当な語句を１～15からそれぞれ選べ。（必要ならば同じ語句を複数回選択せよ。）

１．交感神経　　２．体性神経
３．感覚神経　　４．自律神経
５．副交感神経　　６．ノルアドレナリン
７．アセチルコリン　　８．ゴルジ体
９．サルコメア　　10．受容体
11．シナプス小胞　　12．活動電位
13．アドレナリン　　14．髄鞘
15．暗帯

問２　下線部a)の太いフィラメントはどのような分子からできているか，1～6から選べ。

１．ミオシン　　２．クレアチン　　３．グリセリン　　４．オーキシン
５．トロンビン　　６．アクチン

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　図１に示したATPの構造のア〜ウと，点線で囲まれたエの物質名を1〜8からそれぞれ選べ。

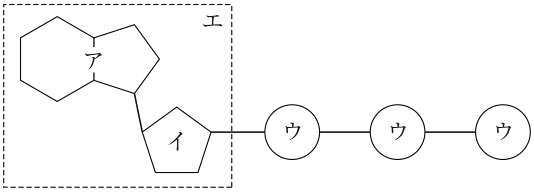


図１

1．核　　　　　　　　　　2．デオキシリボース
3．クエン酸　　　　　　　4．ピルビン酸
5．リン酸　　　　　　　　6．リボース
7．アデニン　　　　　　　8．アデノシン

⑵　神経筋標本(図２)を用いて，神経のＡ点とＢ点をそれぞれ刺激したところ，図３に示す単収縮曲線が得られた。筋肉とＡ点の距離は６cm，筋肉とＢ点の距離は４cmであった。

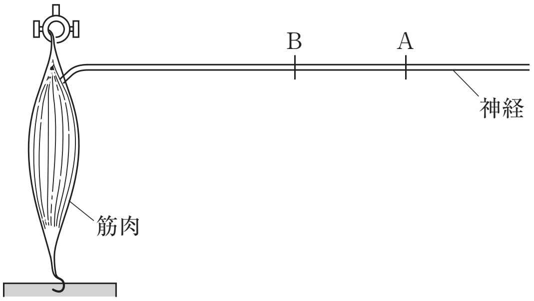


図２

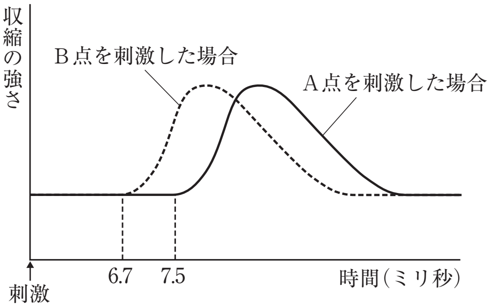


図３

問４　図２に示す神経の伝導速度は何m/秒か，小数点第１位まで(小数点第２位以下を切り捨て)答えよ。

問５　興奮が神経の末端に達してから，筋肉が収縮するまでの時間は何ミリ秒か，小数点第１位まで(小数点第２位以下を切り捨て)答えよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第30講　動物の行動

■動物の行動

◆生得的行動　…　種に固有，遺伝的に固定化されている。

走性　…　刺激源に対する一方向的な移動，定位の一種

光走性　（＋：ガ　　－：ミミズ）
重力走性（＋：ミミズ　　－：カタツムリ）
化学走性（＋：カイコガの雄，ハエ，カ）
流れ走性（＋：メダカ，サケ（成魚）　　－：サケ（稚魚））

反射　…　刺激に対して無意識に起こる単純な反応
ex 瞳孔反射，屈筋反射

本能　…　反射の連続による 一連の行動，固定的動作パターン
ex イトヨの求愛行動

◆習得的行動　…　生後に獲得した行動，個体ごとに異なり得る。

学習　…　経験による行動の獲得
ex 試行錯誤，慣れ，鋭敏化，刷り込み，模倣，条件づけ

知能　…　未経験の状況に対して，目的に適した行動をとることができる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■生物時計

・概日リズム　…　約24時間周期の体内リズム

（サーカディアンリズム）　外部から光刺激を受けることで常に外部周期に合わせて補正

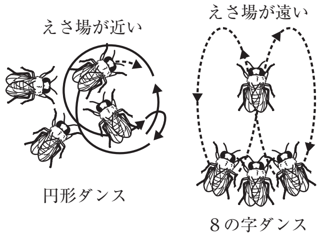
・概年リズム　…　約１年周期の体内リズム

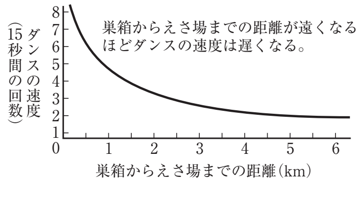
■動物のシグナル伝達

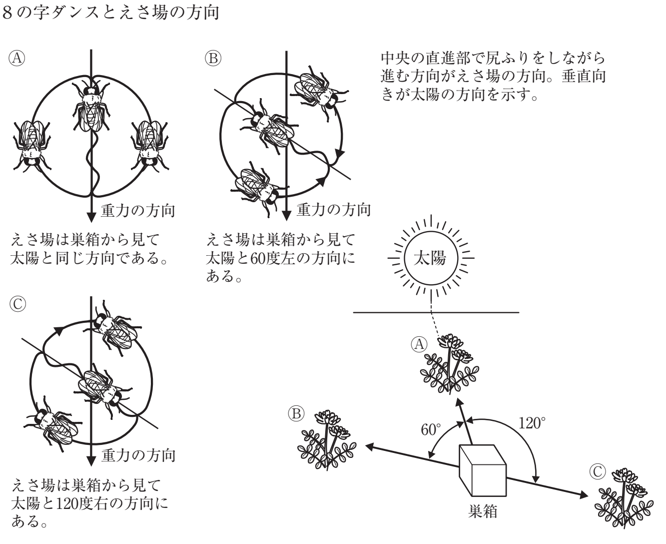
◆フェロモン　　…　体外に分泌される化学物質，同種の他個体に作用し，
固有の行動，生理現象を引き起こす。

ex　・道標（道しるべ）フェロモン（アリ）
・性フェロモン（カイコガ）
・分散（密度調節）フェロモン（モンシロチョウ，アズキゾウムシ）
・警報フェロモン（ミツバチ，シロアリ）
・集合フェロモン（ゴキブリ，カメムシ）

◆ミツバチの８の字ダンス…ミツバチはダンスによってえさ場の方向を伝える。







ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第30講　演習問題

動物の行動に関する以下の各問いに答えよ。

集団を形成して生活している動物の行動には，個体間のコミュニケーションが重要な役割を果たしている。たとえば，ミツバチの社会では，太陽の方向を基準に方角をさだめる機構，すなわち太陽コンパスに基づいて情報の伝達がおこなわれている。

花の蜜を採集して巣に持ち帰ったはたらきバチは，巣箱の中に垂直に立てられた巣板でダンスを踊り，仲間に花のあるえさ場までの方角と距離を伝える。えさ場までの距離が50mより短いときは(　ア　)と呼ばれるダンスをおこない，仲間に自分の体に付いた花の匂いを教える。距離が50mより長くなると(　イ　)と呼ばれるダンスをおこない，えさ場の方角と距離を教える。方角はダンスの直線部分の移動方向で，距離はダンスの速さ［回数/秒］で伝える。距離とダンスの関係は図1のようになっている。

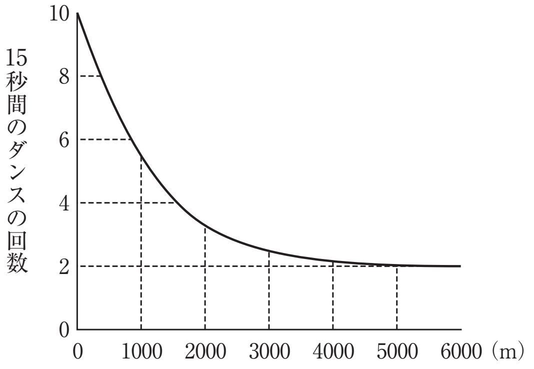


図１

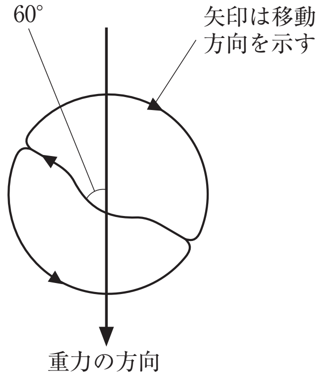


図２

問１　文中の(　ア　)，(　イ　)に入る語の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～④から選べ。

	ア	イ
①	8の字ダンス	S字ダンス
②	8の字ダンス	円形ダンス
③	円形ダンス	S字ダンス
④	円形ダンス	8の字ダンス

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　はたらきバチが巣内の垂直な巣板で，図２のようなダンスを１分間に８回おこなっていた。このときのえさ場の位置を説明した次の文中の(　ウ　)，(　エ　)に入る語の組み合わせとして最も適当なものを，あとの①～④から選べ。

〔説　明〕
えさ場の方角は太陽方向の(　ウ　)で，距離は巣箱から(　エ　)である。

	ウ	エ
①	左60°	2,000 m
②	左60°	4,000 m
③	右60°	2,000 m
④	右60°	4,000 m

問３　えさ場が巣から見て真南から西へ30°の方角にある場合，太陽の南中時に戻ったはたらきバチはどのようなダンスをおこなうか。最も適当なものを，次の①～④から選べ。
① ダンスの直進部分の向きは，鉛直上向きから右へ30°の向き。
② ダンスの直進部分の向きは，鉛直上向きから左へ30°の向き。
③ ダンスの直進部分の向きは，鉛直上向き。
④ ダンスの直進部分の向きは，鉛直下向き。

問４　問３の条件下で，太陽の南中時から２時間後に巣箱に戻ったはたらきバチはどのようなダンスをおこなうか。最も適当なものを，問３の選択肢①～④から選べ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第30講　確認テスト

動物の行動と反応に関する以下の問いに答えなさい。

問１　イトヨの生殖行動についての次の文を読み，以下の問に答えなさい。

繁殖期になるとイトヨの体色は a 婚姻色となる。この時期のイトヨの雄は縄張りをもち，巣に近づく個体に b 攻撃行動を起こす。また，この時期のイトヨの雌には，雄のある行動が刺激となって特定の行動が引き起こされる。この雌の行動により，雄にはさらに別の行動が引き起こされ，イトヨの c 一連の生殖行動が連鎖的に遂行される。これらの特定の行動を引き起こす刺激を信号(鍵)刺激という。

１．文中の下線部 a について最も適切なものを，次の①～④から選べ。
①　雄の側面に黒い斑点が現れる。
②　雌の側面に赤い斑点が現れる。
③　雌の背部に黒い斑点が現れる。
④　雄の腹部が青くなる。
⑤　雄の腹部が赤くなる。

２．文中の下線部 b を引き起こす信号刺激として最も適切なものを，次の①～⑧から選べ。
①　側面の色調
②　背部の色調
③　腹部の色調
④　ふくれた腹部
⑤　ジグザグダンス
⑥　川底の砂を掘る行動
⑦　水草を盛り上げる行動
⑧　尾ひれの基部をつつく行動

３．文中の下線部 c について次の⑴～⑶の行動を引き起こす信号刺激として最も適切なものを，あとの①～⑧からそれぞれ選べ。
⑴　雄の求愛のダンス
⑵　雌の雄への追従
⑶　巣の中への産卵
①　側面の色調
②　背部の色調
③　腹部の色調
④　ふくれた腹部
⑤　ジグザグダンス
⑥　川底の砂を掘る行動
⑦　水草を盛り上げる行動
⑧　尾ひれの基部をつつく行動

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　フェロモンについての以下の問いに答えなさい。

１．カイコガの性フェロモンについての適切な文を，次の①～⑦からすべて選べ。

①　内分泌腺から分泌される。

②　外分泌腺から分泌される。

③　効果は数週間持続する。

④　雄は性フェロモンを触角で感知する。

⑤　雌は性フェロモンを触角で感知する。

⑥　性フェロモンを分泌する部位は雄の腹部先端である。

⑦　性フェロモンを分泌する部位は雌の腹部先端である。

２．次の⑴，⑵のフェロモンと最も関係の深い昆虫を，あとの①～④からそれぞれ選べ。

⑴　集合フェロモン　　⑵　道しるべフェロモン

①　オンブバッタ　　②　クロアリ

③　ワモンゴキブリ　　④　キイロショウジョウバエ

問３　行動や現象についての以下の問に答えなさい。

１．次の⑴～⑼の記述に最も関係の深い語を，あとの①～⑧からぞれぞれ選べ。同じ選択肢を何度選んでもよい。

⑴　川に生息する魚が流されずに一定の位置にとどまっている。

⑵　レモンを食べると唾液が出る。

⑶　梅干を見ると唾液が出る。

⑷　昆虫が光源に集まる。

⑸　精子が卵に向かって泳ぐ。

⑹　ゾウリムシが水面近くに集まる。

⑺　ミミズが暗い方向に移動する。

⑻　イヌが飼い主に対して尾を振る。

⑼　カモのひなは，ふ化後に初めて見た動くものの後を追うようになる。

①　化学走性　　②　光走性　　③　重力走性　　④　条件反射

⑤　刷込み　　⑥　流れ走性　　⑦　慣れ　　⑧　反射

２．１．⑼の行動が最もよく成立するふ化後の期間を，次の①～④から選べ。

①　８時間まで　　②　13～16時間　　③　21～24時間　　④　36～48時間

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

３．次の⑴～⑶の動物の行動の研究に最も関係の深い人物名を，あとの①～⑧からそれぞれ選べ。

⑴　ミツバチの「ダンス」　　⑵　イトヨの生殖行動

⑶　イヌの条件づけ　　⑷　カモの後追い行動

①　シートン　　②　ダーウィン

③　ティンバーゲン　　④　パブロフ

⑤　フリッシュ　　⑥　ファーブル

⑦　メンデル　　⑧　ローレンツ

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

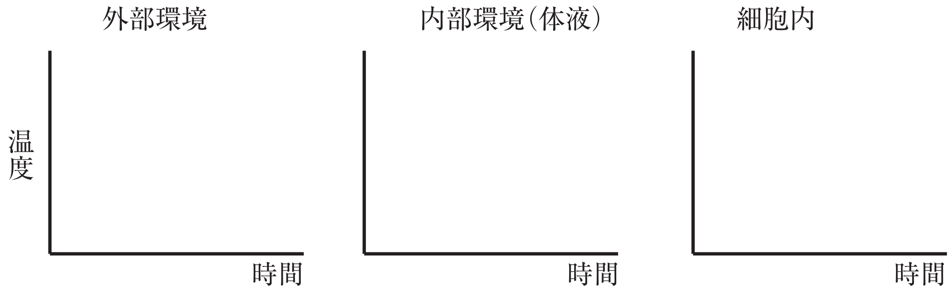
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

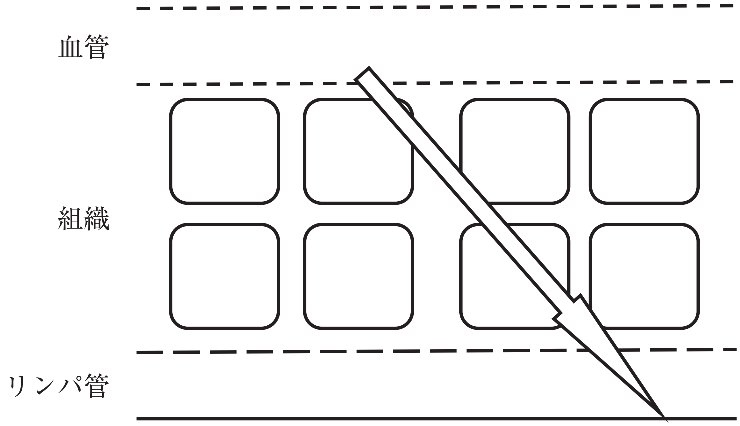
第31講　循環系

■体液と恒常性

◆恒常性　…　外部環境が変化しても，内部環境はほぼ一定に保たれる性質。
多細胞生物にとっては体液が内部環境をつくる。



◆体液　…　体液は，血液，組織液，リンパ液に分けられる。



◆血液の組成

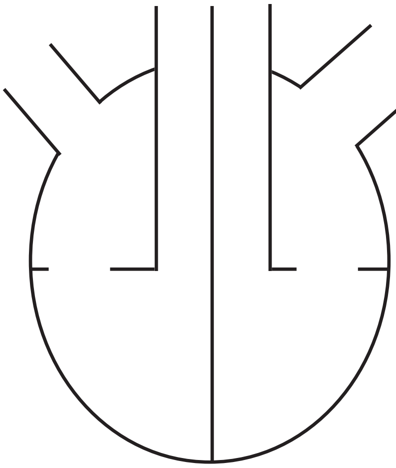
成分		形	大きさ（直径）	数（血液1mm^{3}中）	生成器官	破壊器官	寿命	はたらき
有形成分（45％）	赤血球	円盤状 無核	7～8μm	男410万～530万個 女380万～480万個	骨髄	肝臓 ひ臓	120日	ヘモグロビンによる酸素の運搬
	白血球	球形 有核	6～20μm	4000～9000個	骨髄	骨髄	3～21日	食作用による細菌の補食，抗体生産による免疫作用
	血小板	不定形 無核	2～3μm	20万～40万個	骨髄	骨髄	7～10日	血液凝固作用
液体成分（55％）	血しょう	水：約90％ タンパク質（アルブミン，グロブリン，フィブリノーゲンなど）：約7％ 脂質，無機塩類，グルコースなどを含む						赤血球など有形成分の運搬。CO_2，栄養分，老廃物などの物質の運搬。抗原抗体反応の場

©RECRUIT HOLDINGS

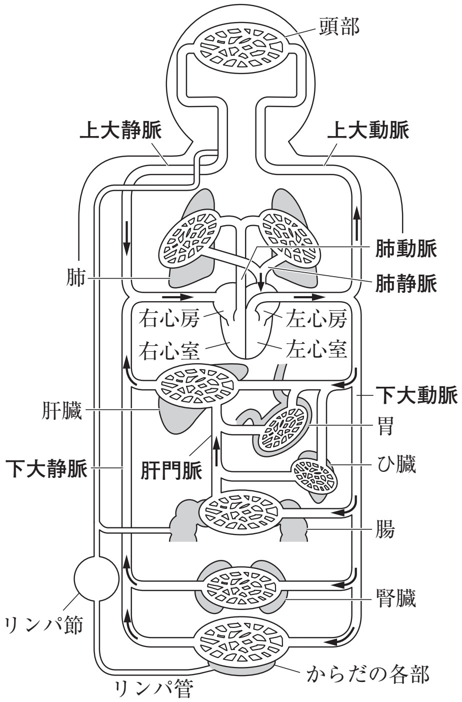
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆血液の循環

・心臓の構造



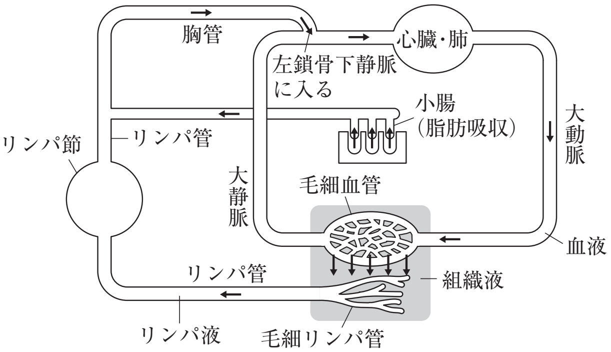
・循環の経路



・壁の厚さ　…　左心室＞右心室＞心房

・洞房結節　…　心臓の自動性の起点，
　　　　　　　右心房に存在する。

・リンパ系　…　リンパ管，リンパ節，ひ臓，胸腺などからなる。
　　　　　　　免疫に関わるとともに体液の液体成分の循環にも寄与する。



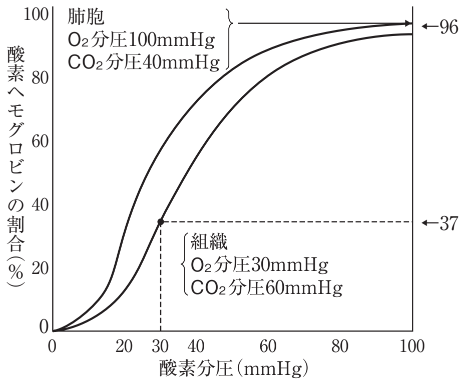
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

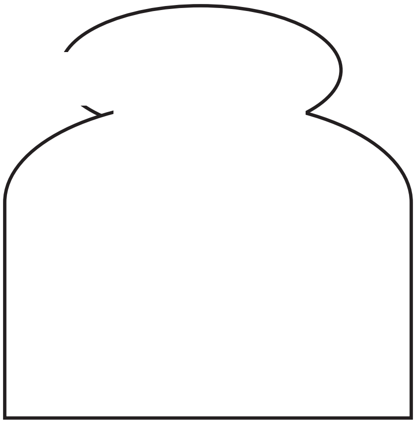
■酸素解離曲線

Hb　＋　O_2　⇄　HbO_2

ヘモグロビン　酸素　酸素ヘモグロビン

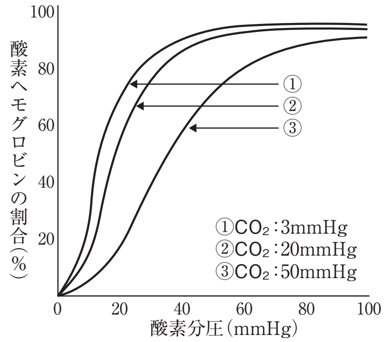
（暗紅色）　（鮮紅色）



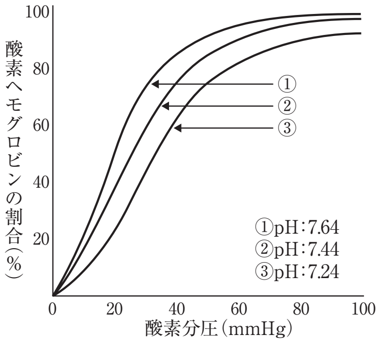


・酸素解離曲線と外的環境

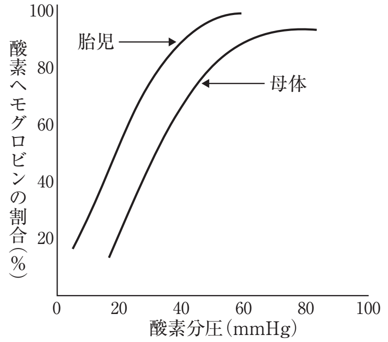
二酸化炭素分圧と酸素解離曲線



pHと酸素解離曲線



母体と胎児の酸素解離曲線



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第31講　演習問題

図1は，ヒトのヘモグロビンの酸素解離曲線である。いま，肺胞の酸素分圧を100mmHg，肺胞の二酸化炭素分圧を50mmHg，組織の酸素分圧を40mmHg，組織の二酸化炭素分圧を60mmHgとする。

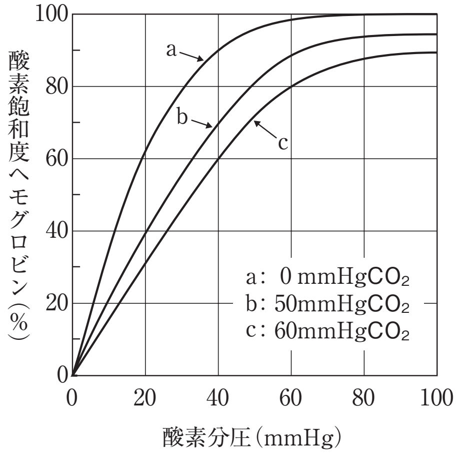


図1

問1　肺胞中の酸素ヘモグロビンの何パーセントが組織で酸素を解離するか。最も適当なものを選びなさい。

A．22.22　B．33.33　C．36.84　D．55.56　E．57.89

問2　1Lの血液が組織へ供給する酸素の量は何mLか。最も適当なものを選びなさい。

ただし，血液中のヘモグロビンは1L中に150gあり，1gのヘモグロビンは1.39mLの酸素と結合するものとする。

A．62.55　B．72.98　C．82.24　D．83.11　E．114.68

問3　ヒトの心拍数は1分間に70回，1回の心拍量を70mLとした場合，1分間に何mLの酸素を供給することになるか。最も適当なものを選びなさい。

A．306.56　B．357.60　C．402.98　D．407.24　E．561.93

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第31講　確認テスト

動物における循環系と血液の機能に関する以下の問いに答えよ。

問１　ヒトの血液循環についての次の文を読み，以下の問いに答えよ。

血液は心臓のポンプ作用によって全身を循環している。全身を循環して戻ってきた血液は［1］に入った後，［2］から［3］を経由して左右の肺に送られる。ここで酸素を取り込んだ血液は［4］を通って［5］に入り，その後［6］に送られる。［6］の収縮によって［7］に送り出された血液は，全身に分布する［8］で組織に酸素と栄養を供給し，かわりに二酸化炭素や老廃物を受け取り，［9］を経て［1］に戻る。

心臓は一定のリズムで拍動を続けており，拍動を制御しているのはペースメーカーである。

１．文中の［1］～［9］にあてはまる最も適切な語を次の①～⑩からそれぞれ選べ。

①　右心室　　②　右心房　　③　左心室　　④　左心房
⑤　大静脈　　⑥　大動脈　　⑦　肺静脈　　⑧　肺動脈
⑨　毛細血管　　⑩　リンパ管

２．文中の下線部についての以下の問いに答えよ。

⑴　下線部が存在する部位を次の①～⑤から１つ選べ。
①　右心房の上側　　②　左心房の上側
③　右心室と左心室の境界部　　④　右心房と右心室の境界部
⑤　左心房と左心室の境界部

⑵　下線部についての記述として，**誤っているもの**を次の①～④から１つ選べ。
①　自動的に興奮する。
②　洞房結節にある。
③　ここから生じた興奮は心室全体に伝わり，その結果心房の収縮を起こす。
④　興奮の間隔は自律神経系によって調節されている。

３．ヒトの静脈についての記述のうち，適切なものを次の①～⑤から２つ選べ。
①　すべての静脈には静脈血が流れている。
②　逆流を防ぐ弁がある。
③　管壁は動脈より肉厚である。
④　一般的に血圧測定は太い静脈における圧力を測定する。
⑤　心臓の近くの静脈にリンパ管が合流する。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　図1はヒトのヘモグロビンの酸素解離曲線(酸素飽和曲線)である。肺胞における血液のO_2分圧は100 mmHg，CO_2分圧は40 mmHg，組織を流れる血液のO_2分圧は30 mmHg，CO_2分圧は60 mmHgであるとして，以下の問いに答えなさい。

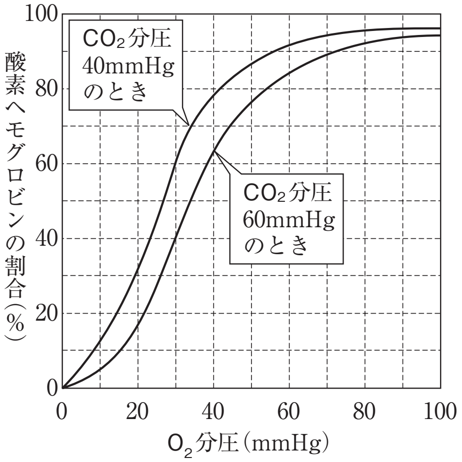


図1

1．以下の文の[10]～[13]にあてはまる最も近い数値を，あとの①～⑦からそれぞれ選べ。

(1)　肺胞における血液の酸素ヘモグロビンの割合は[10]%，組織を流れる血液の酸素ヘモグロビンの割合は[11]%である。この場合，肺胞で酸素を結合した酸素ヘモグロビンのうち[12]%の酸素ヘモグロビンから酸素が組織に渡され，組織での呼吸に用いられる。

①　35　　②　40　　③　55　　④　58
⑤　60　　⑥　93　　⑦　95

(2)　ヘモグロビンは血液100ｍＬ中に15g存在し，1gのヘモグロビンは最大1.4mLの酸素と結合することができるとすると，組織で放出される酸素は血液100mL当たり[13]mLと計算される。

①　0.8　　②　6.3　　③　7.4　　④　11.1
⑤　11.6　　⑥　12.2　　⑦　21.0

2．ヘモグロビンについての記述として適切なものを，次の①～⑤からすべて選べ。

①　赤血球内にある。
②　免疫機能と関係が深い。
③　酸素と結合すると暗赤色になる。
④　特有の立体構造をもつタンパク質である。
⑤　血液が酸性になると酸素との結合力が強くなる。

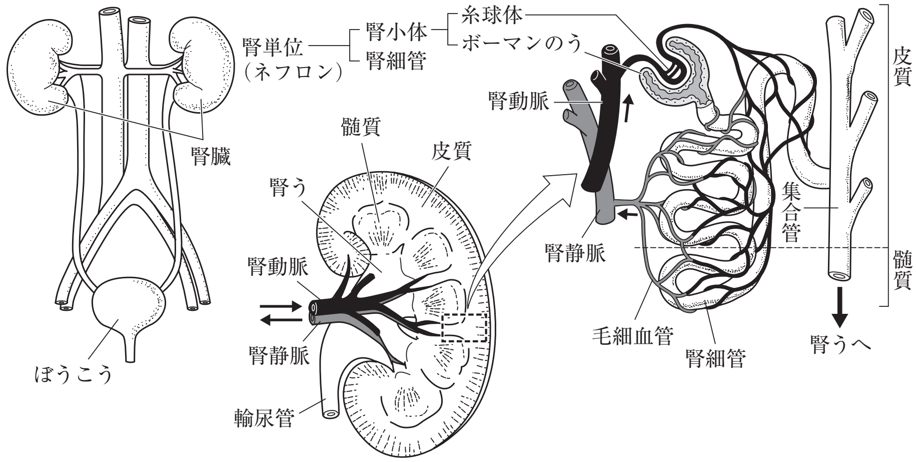
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

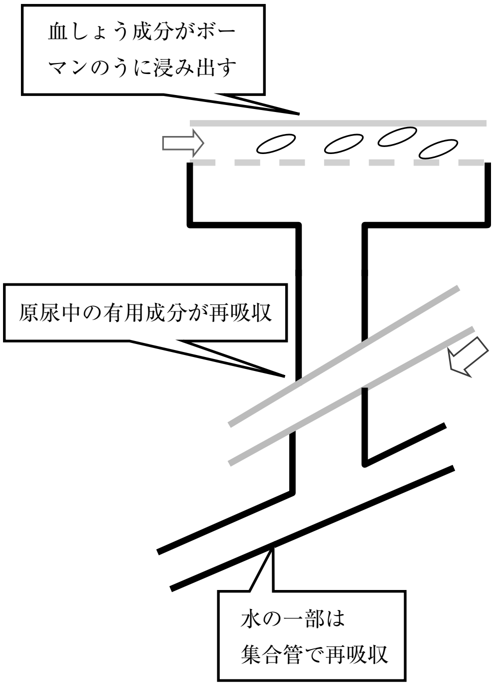
第32講　排出系

■腎臓と尿形成

◆腎臓　…　血液を浄化して，不要分を尿として排出。



◆尿形成　…　ろ過と再吸収の２段階の過程によって不要分のみを排出。



“ろ過”　糸球体からボーマンのうへの濾しだし
→ 原尿 生成　（約180L/日）

原尿：水，尿素，無機塩類，アミノ酸，ブドウ糖。
血球と血しょうタンパク質は大きいため，ボーマンのう側にろ過されず。

“再吸収”　腎細管で原尿中の必要成分の吸出し
→ 尿 生成　（約1.5L/日）

再吸収率　水99％以上，Na^+ 99％
グルコース，アミノ酸100％，
尿素約50％

ホルモンによる浸透圧調節

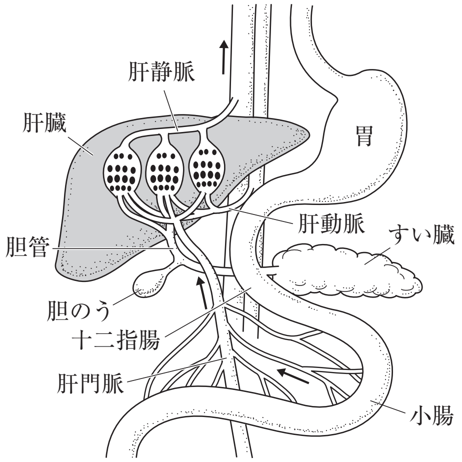
“バソプレシン”　…集合管における水の再吸収促進
“鉱質コルチコイド”　… 腎細管におけるNa^+の再吸収促進

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■**肝臓**　…　体内の化学工場，様々な代謝が進行し，熱と血液の調節も行う

◆肝臓



◆肝臓の機能

1．胆汁の合成　…胆汁は，胆のうに貯蔵され，胆管を介して十二指腸に分泌される。胆汁は脂肪を乳化し，リパーゼによる消化を促進する。

2．尿素の合成　…タンパク質の代謝によって生じるアンモニアを，無害な尿素に変える（オルニチン回路）。尿素は腎臓にて排出される。

3．養分の貯蔵と代謝　…小腸で吸収されたグルコースやアミノ酸は肝門脈を経て，肝臓に運ばれる。グルコースはグリコーゲンに合成され，血糖値調節の基盤となる。

4．解毒作用　…体内で発生するアルコールなどの有毒物質は，肝臓にて無害な物質に分解される。

5．血流量の調節　…循環する血液量を適切に保つ。

6．熱の発生　…化学反応が活発に行われ，骨格筋についで２番目に多い。

7．各種成分の合成，貯蔵，分解　…脂質の合成，アミノ酸の合成と分解，ビタミンの貯蔵，血しょうタンパク質（アルブミン，フィブリノゲン等）の合成。

◆窒素化合物の排出

アンモニア →	尿素 →	尿酸
魚類	哺乳類	鳥類
両生類（幼生）	両生類（成体）	爬虫類

・水生生物はアンモニアのまま，体外に排出。

・陸上では無毒な尿素にして濃縮して排出。

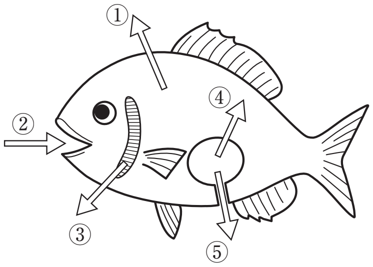
・尿酸による排出では水が節約でき，発生時に卵内の浸透圧も変えない。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

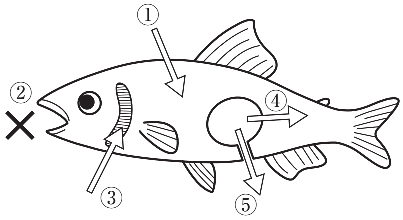
■硬骨魚類の浸透圧調節

◆海水産硬骨魚類



① 外液に体内の水を奪われる。
② 海水を飲む。
③ えらの塩類細胞で能動的に塩類を排出。
④ 腎臓にて，水の再吸収。
⑤ 体液と等張な尿を少量排出。

◆淡水産硬骨魚類



① 体内に水が浸透する。
② 淡水飲まず。
③ えらにて，塩類を能動的に吸収。
④ 腎臓にて塩類を再吸収。
⑤ 体液より低張な尿を多量に排出。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　演習問題

腎臓の機能を調べた以下の実験に関して，それぞれの問い(問1～問5)に答えなさい。

次の表は，ヒトの静脈にイヌリンを投与し，血中濃度が一定になったところで血しょう，原尿，尿中のイヌリンおよび主な成分の濃度(mg/mL)を測定したものである。ただし，イヌリンは人体に無害な物質で，血しょう濃度のまま原尿に入り，細尿管(腎細管)で再吸収されない。また，1分間当たりの尿の生成量は1mLとする。

	イヌリン	タンパク質	グルコース	Na	尿素
血しょう	0.4	80.0	1.0	3.0	0.3
原尿	0.4	0.0	1.0	3.0	0.3
尿	48.0	0.0	0.0	3.3	20.0

(mg/mL)

問1　1分間に原尿中に排泄されるイヌリン量として最も適切なものを，次の①～⑥から選びなさい。

①　0.4mg　②　19.2mg　③　24mg　④　48mg　⑤　96mg　⑥　120mg

問2　1分間に生成される原尿量として最も適切なものを，次の①～⑥から選びなさい。

①　48mL　②　60mL　③　80mL　④　100mL　⑤　120mL　⑥　240mL

問3　1分間当たりの尿素の再吸収率(原尿中から血中に吸収される割合)として最も近いものを，次の①～⑥から選びなさい。

①　17%　②　33%　③　44%　④　56%　⑤　72%　⑥　80%

問4　タンパク質とグルコースの尿中濃度がゼロとなる理由として最も適切なものを，次の①～④から選びなさい。

①　タンパク質とグルコースは糸球体でろ過されるが，すべて細尿管(腎細管)で再吸収されるから。

②　タンパク質は糸球体でろ過されず，グルコースはろ過されるが細尿管(腎細管)ですべて再吸収されるから。

③　タンパク質とグルコースは糸球体でろ過されないから。

④　グルコースは糸球体でろ過されず，タンパク質はろ過されるが細尿管(腎細管)ですべて再吸収されるから。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問5　糖尿病では血糖値(血液中のグルコース濃度)が増加するが，一定の血糖値をこえるとはじめて尿中にグルコースが出現する。その理由として最も適切なものを，次の①～④から選びなさい。

① 一定の血糖値をこえると，糸球体でろ過されるグルコースの量が急に増えるから。

② インスリンの働きが低下して，細尿管(腎細管)でグルコースの再吸収ができなくなるから。

③ 糸球体でわずかにろ過されたグルコースが，細尿管(腎細管)で再吸収されないから。

④ 細尿管(腎細管)で再吸収できるグルコース量には，上限の値があるから。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　確認テスト

ヒトの腎臓に関する以下の問いに答えなさい。

問１　腎臓についての記述Ａ～Ｅのうち，正しいものの組み合わせを，あとの①～⑮から１つ選べ。

Ａ．ヒトの腎臓は腹腔の背側に左右一対ある。

Ｂ．ヒト成人の腎臓の大きさはソラマメの種子とほぼ同じである。

Ｃ．細尿管は腎臓とぼうこうをつなぐ管である。

Ｄ．糸球体には静脈血が流れ込んでいる。

Ｅ．集合管は腎う（腎盂）へつながっている。

①　Ａのみ	②　Ｂのみ	③　Ｃのみ	④　Ｄのみ
⑤　Ｅのみ	⑥　ＡとＢ	⑦　ＡとＣ	⑧　ＡとＤ
⑨　ＡとＥ	⑩　ＢとＣ	⑪　ＢとＤ	⑫　ＢとＥ
⑬　ＣとＤ	⑭　ＣとＥ	⑮　ＤとＥ	

問２　図１は腎臓の機能単位の模式図である。以下の各部分に相当する適切なものを図１をもとにしてあとの①～⑫からそれぞれ１つずつ選べ。

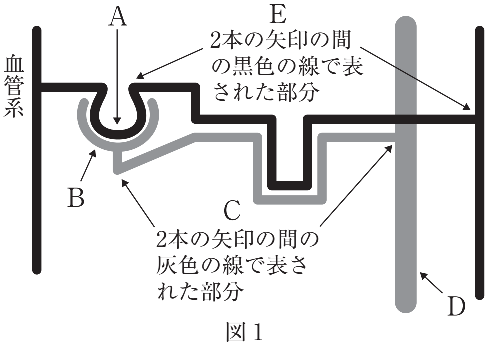


図１

⑴　ボーマン囊　　⑵　マルピーギ小体（腎小体）　　⑶　ネフロン

①　Ａのみ	②　Ｂのみ
③　Ｃのみ	④　Ｄのみ
⑤　Ｅのみ	⑥　ＡとＢを合わせた部分
⑦　ＡとＥを合わせた部分	⑧　ＢとＣを合わせた部分
⑨　ＣとＤを合わせた部分	⑩　ＣとＥを合わせた部分
⑪　Ａ，Ｂ，Ｃを合わせた部分	⑫　Ｂ，Ｃ，Ｄを合わせた部分

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　腎臓の主に集合管に作用して水の再吸収を調節するホルモンについての記述Ａ～Ｅについて，正しいものの組み合わせを，あとの①～⑮から１つ選べ。

Ａ．分泌する細胞の細胞体は脳下垂体にある。

Ｂ．分泌する細胞は軸索を脳下垂体前葉にまで伸ばしている。

Ｃ．分泌する細胞は軸索を脳下垂体後葉にまで伸ばしている。

Ｄ．分泌は，放出ホルモンによって制御されている。

Ｅ．分泌量が増えると尿量が増加する。

①　Ａのみ　②　Ｂのみ　③　Ｃのみ　④　Ｄのみ
⑤　Ｅのみ　⑥　ＡとＢ　⑦　ＡとＣ　⑧　ＡとＤ
⑨　ＡとＥ　⑩　ＢとＣ　⑪　ＢとＤ　⑫　ＢとＥ
⑬　ＣとＤ　⑭　ＣとＥ　⑮　ＤとＥ

問４　ヒトの血しょう中と尿中のナトリウムイオンおよびイヌリンの濃度を表１に示した。なお，イヌリンは静脈中に注射したもので，この物質は細尿管では分泌も再吸収もされない。また，図２に血しょう中と尿中のグルコース濃度の関係を示した。これらのデータを用いて以下の問いに答えなさい。ただし，尿は１分間に１mL生成されるものとする。

表１

成　分	血しょう中の濃度 (mg/mL)	尿中の濃度 (mg/mL)
ナトリウムイオン	3.00	3.50
イヌリン	0.01	1.20

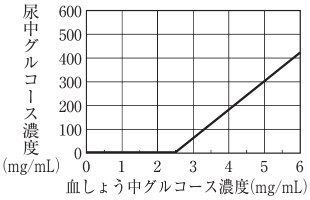


図２

⑴　原尿中から１分間に再吸収されるナトリウムイオンは何mgか。小数点以下第１位まで求めよ。

⑵　腎臓が１分間に再吸収することのできるグルコースの最大量(mg)として最も適切な数値を，次の①～⑦から選べ。

①　125　②　175　③　250　④　300
⑤　310　⑥　325　⑦　375

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　内分泌系と自律神経系

■動物の個体内のシグナル伝達

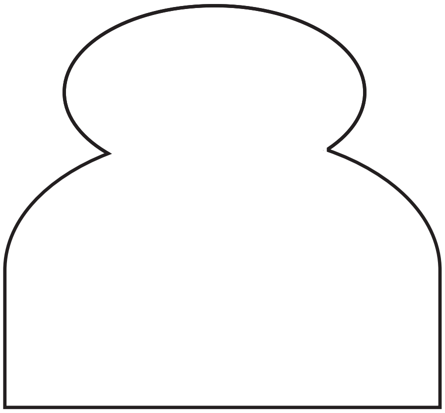
◆内分泌系

・内分泌腺で合成されたホルモンが，血流に乗って全身に波及。

・標的細胞の受容体に結合することで，特異的なシグナル伝達。

・微量で，全身にある程度持続的効果。

・効果は速やかにあらわれるが，神経による制御よりは遅効的。

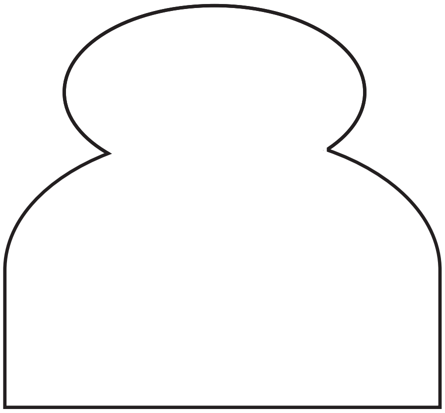


◆自律神経系

・神経系を介して，中枢から目的の器官(細胞)へ直接シグナルが伝わる。

・効果は短時間で失われ，持続性はない。

・効果は速やかにあらわれる。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

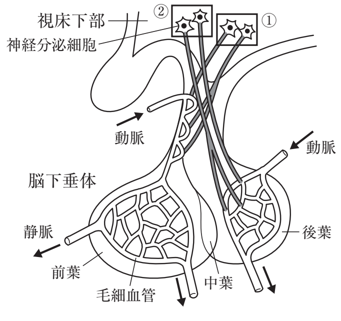
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■内分泌系

◆主たる内分泌腺とホルモンの効果

内分泌腺	ホルモン	標的細胞（器官）	主な働き・特徴
脳下垂体 前葉	成長ホルモン	全身の細胞	代謝活性化，成長促進
	甲状腺刺激ホルモン	甲状腺	チロキシン分泌促進
	副腎皮質刺激ホルモン	副腎皮質	糖質コルチコイド分泌促進
	プロラクチン	乳腺（黄体）	乳腺の発達，乳分泌促進
	生殖腺刺激ホルモン	生殖腺	性成熟促進，性周期調節
中葉	インテルメジン	体表の細胞	メラニン合成，色素顆粒拡散
後葉	バソプレシン	腎臓	集合管における水再吸収促進
	オキシトシン	子宮，乳腺	子宮筋収縮，乳分泌促進
甲状腺	チロキシン	全身の細胞	代謝活性化 変態,換羽の促進
副甲状腺	パラトルモン	骨組織その他	血中のCa^{2+}濃度上昇
すい臓ランゲルハンス島			
A細胞	グルカゴン	肝臓	血糖値上昇（グリコーゲンの分解）
B細胞	インシュリン	全身の細胞＋肝臓	血糖値減少（糖の消費，グリコーゲンの合成）
副腎			
髄質	アドレナリン	肝臓	血糖値上昇（グリコーゲンの分解）
皮質	糖質コルチコイド	全身の細胞	血糖値上昇（タンパク質糖化）
	鉱質コルチコイド	腎臓	腎細管におけるNa^{+}の再吸収促進

◆間脳視床下部



脳下垂体前葉・中葉

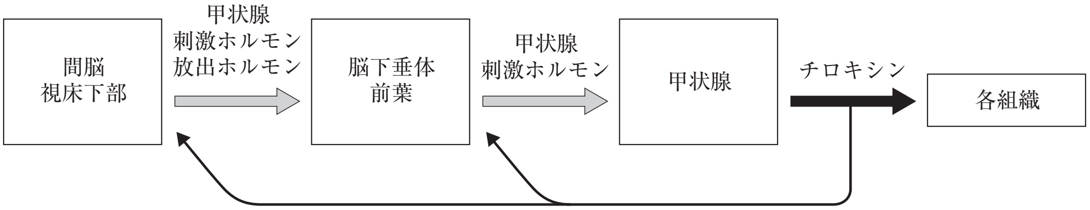
①間脳視床下部から放出ホルモン，抑制ホルモンが分泌，脳下垂体前葉のホルモン分泌を制御。

脳下垂体後葉

②間脳視床下部の神経分泌細胞が後葉ホルモンを合成，軸索を介して脳下垂体後葉から分泌。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

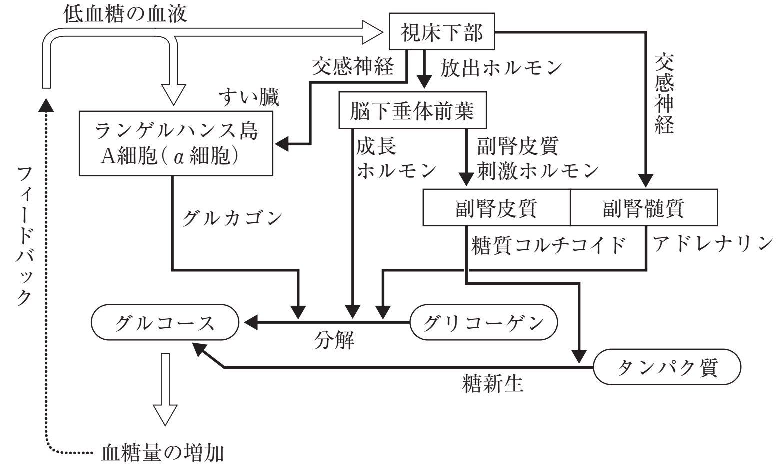
◆フィードバック調節　…　結果が前提に影響を与える。



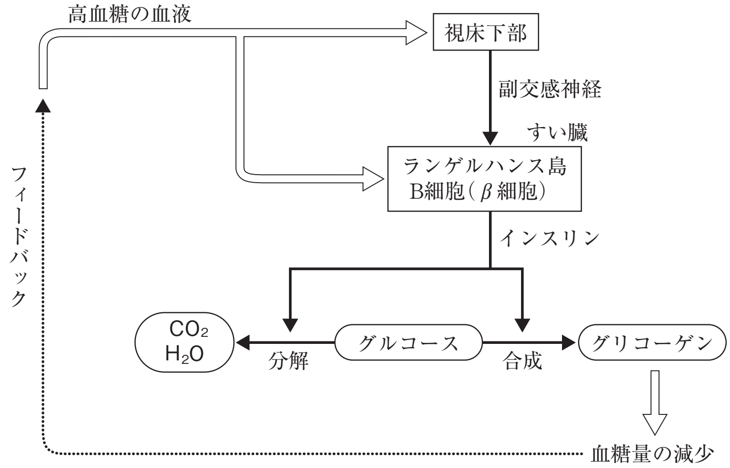
フィードバック
…視床下部や脳下垂体前葉が血液中のチロキシン量を感知し，
甲状腺刺激ホルモンの分泌を減らす。

◆血糖値の調節

低血糖時



高血糖時



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■自律神経系　…　交感神経と副交感神経からなる。
大脳の直接の支配を受けない器官の働きを調節する。

	交感神経	副交感神経
瞳孔	拡大	縮小
心臓	促進	抑制
気管支	拡大	縮小
唾液	粘液性	しょう液性
消化	抑制	促進
すい臓	グルカゴン分泌	インスリン分泌
排出	抑制	促進
副腎髄質	アドレナリン分泌	—
汗腺	発汗促進	—
立毛筋	収縮	—
体表の血管	収縮	—

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　演習問題

(1)　ヒトの血糖値調節のしくみに関する次の文章を読み，以下の問い1)～2)に答えよ。

ヒトは主にグリコーゲンと脂肪をエネルギー源として運動を行っている。肝臓に蓄えられているグリコーゲンは分解されて［1］として血中に放出される。この血液中に含まれる［1］を血糖という。

食事などで糖質を多量に摂取すると一時的に血糖値が上昇する。すると間脳の［2］が血糖値を検知し，副交感神経を通じてすい臓の［3］を刺激して，インスリンの分泌を促す。インスリンは組織でのグルコースの吸収と分解を促すとともに肝臓で［1］からグリコーゲンを合成させるので血糖値が減少して正常な範囲に戻る。

一方，激しい運動などで血糖値が減少すると，交感神経を通じてすい臓の［4］から［5］が分泌される。［5］はグリコーゲンから［1］への分解を促すために血糖値が上昇する。さらに，交感神経から刺激を受けると［6］は［7］を分泌する。［7］は肝臓に蓄えられたグリコーゲンの分解を促し，血糖値を上昇させる。甲状腺から分泌される［8］もグリコーゲンの分解に関与する。また，脳下垂体前葉からは［9］刺激ホルモンが分泌され，それによって［9］から［10］が分泌される。［10］は［11］をグルコースに変化させて血糖値を上昇させる。

ア)<u>このように血糖値は食事直後や，空腹・運動時には変動するが，やがて適正な範囲に調節される</u>。このからだの内部環境を一定に保とうとする働きを［12］という。

1)　上の文章中の［1］～［12］に入る語句として最も適当なものを，次の①～⑲からそれぞれ選べ。

①　小脳　　②　タンパク質　　③　アセチルコリン
④　糖質コルチコイド　　⑤　副腎皮質　　⑥　視床下部
⑦　グルカゴン　　⑧　アドレナリン　　⑨　グルコース
⑩　グリセリン　　⑪　大脳新皮質　　⑫　副腎髄質
⑬　チロキシン　　⑭　脂肪　　⑮　ホメオスタシス
⑯　ホメオシス　　⑰　脳下垂体　　⑱　ランゲルハンス島A(α)細胞
⑲　ランゲルハンス島B(β)細胞

2)　下線部ア)の説明として最も適当なものを，次の①～④から選べ。

①　血糖値はつねに正のフィードバックで調節されている。
②　血糖値はつねに負のフィードバックで調節されている。
③　高い血糖値はつねに正のフィードバックで調節され，低い血糖値はつねに負のフィードバックで調節されている。
④　高い血糖値はつねに負のフィードバックで調節され，低い血糖値はつねに正のフィードバックで調節されている。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(2)　糖尿病に関する次の文章を読み，以下の問い1)～3)に答えよ。

糖尿病患者は健常者よりも血糖値が高い。糖尿病はインスリン分泌が不十分なインスリン依存型糖尿病と，骨格筋などの組織でのインスリン作用の低下が原因となるインスリン非依存型糖尿病とに分類できる。我が国の糖尿病患者の90～95％を占めるのがインスリン非依存型糖尿病である。

下の図1～3は健常者と糖尿病患者におけるグルコース摂取後の血糖値とインスリン濃度変化およびインスリン投与後の血糖値変化を示したものである。ただし，図1，2の患者と図3の患者は異なる型の糖尿病である。また，図2の縦軸の血中インスリン濃度はグルコース摂取前の値を1として相対的に表している。同様に，図3の縦軸の血糖値はインスリン投与前の値を1として相対的に表している。

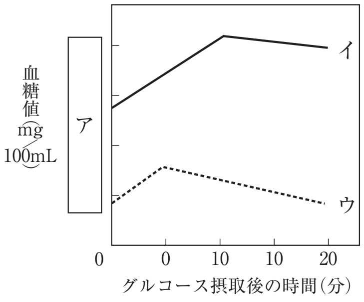


図1

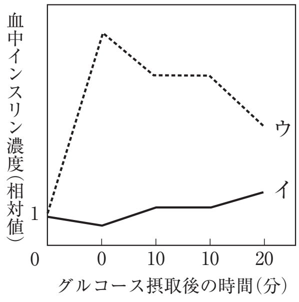


図2

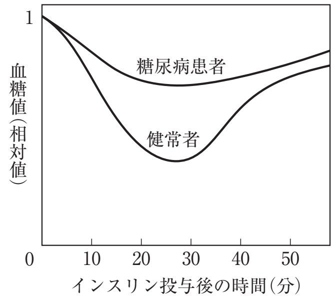


図3

1)　図1，2のア，イ，ウにあてはまるものの組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑩から選べ。ただし，アについては縦軸の下から上に向かう目盛りの数値を表すものとする。

① ア (0.01，0.02，0.03，0.04)　イ 健常者　ウ 糖尿病患者
② ア (0.1，0.2，0.3，0.4)　イ 健常者　ウ 糖尿病患者
③ ア (1，2，3，4)　イ 健常者　ウ 糖尿病患者
④ ア (10，20，30，40)　イ 健常者　ウ 糖尿病患者
⑤ ア (100，200，300，400)　イ 健常者　ウ 糖尿病患者
⑥ ア (0.01，0.02，0.03，0.04)　イ 糖尿病患者　ウ 健常者
⑦ ア (0.1，0.2，0.3，0.4)　イ 糖尿病患者　ウ 健常者
⑧ ア (1，2，3，4)　イ 糖尿病患者　ウ 健常者
⑨ ア (10，20，30，40)　イ 糖尿病患者　ウ 健常者
⑩ ア (100，200，300，400)　イ 糖尿病患者　ウ 健常者

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2)　図１～３の患者に関する記述として適当なものを,次の①～⑥から２つ選べ。ただし,解答の順序は問わない。

① 図１，２の患者はインスリン依存型糖尿病である。
② 図１，２の患者はインスリン非依存型糖尿病である。
③ 図３の患者はインスリン依存型糖尿病であり，組織でのインスリン感受性が低い。
④ 図３の患者はインスリン依存型糖尿病であり，組織でのインスリン感受性が高い。
⑤ 図３の患者はインスリン非依存型糖尿病であり,組織でのインスリン感受性が低い。
⑥ 図３の患者はインスリン非依存型糖尿病であり,組織でのインスリン感受性が高い。

3)　体重62.5kgの健常者の血液中に５%グルコース溶液を10mL投与した。血糖値はどの程度上昇すると考えられるか。最も適当なものを，次の①～⑤から選べ。ただし，血液量は体重の８%とし，血糖値上昇による調節は働かないものと仮定する。

① 1mg/100mL　　② 5mg/100mL
③ 10mg/100mL　　④ 50mg/100mL
⑤ 100mg/100mL

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　確認テスト

問１　ホルモンについて，以下の記述に最も適するホルモンの名称をあとの①～⑨から，その働きをあとのア～コからそれぞれ選べ。働きが複数ある場合にはそのすべてを答えなさい。

⑴　副腎から分泌され，主に腎臓の細尿管(腎細管)に作用する。
ホルモン名：　働き：

⑵　視床下部でつくられ，主に腎臓の集合管に作用する。
ホルモン名：　働き：

⑶　脳下垂体から分泌されるホルモンの刺激によって,気管近くの分泌腺から分泌される。
ホルモン名：　働き：

⑷　血液凝固などに働く二価の陽イオンの血中濃度が低下すると，気管近くの分泌腺から分泌される。
ホルモン名：　働き：

〔ホルモン名〕
①　鉱質コルチコイド
②　甲状腺刺激ホルモン
③　成長ホルモン
④　成長ホルモン放出ホルモン
⑤　チロキシン
⑥　糖質コルチコイド
⑦　バソプレシン
⑧　パラトルモン
⑨　副腎皮質刺激ホルモン

〔働き〕
ア　腎臓での水の再吸収を促進する。
イ　腎臓でのカリウムイオンの再吸収を促進する。
ウ　腎臓でのカルシウムイオンの再吸収を促進する。
エ　腎臓でのナトリウムイオンの再吸収を促進する。
オ　腎臓での水素イオンの排出を促進する。
カ　骨の溶解を促進する。
キ　全身の組織における酸素消費を増大させる。
ク　体温が低下したとき，熱の産生を促進する。
ケ　成長ホルモンの分泌を促進する。
コ　鉱質コルチコイドの分泌を促進する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　図1は血糖量を調節する自律神経，ホルモン，内分泌腺，および標的器官の関係の一部を表した模式図である。[1]～[8]は内分泌腺，内分泌細胞，自律神経の中枢，またはホルモンの標的器官のいずれか，あるいは，これらのうちのいくつかを兼ねたものを表している。アは[1]などから血液中に放出される物質を表しており，解糖系の基質となる物質である。アから出る矢印の先端はこの物質によって刺激を受ける標的を指している。その内の太い矢印は高濃度で食後間もない状態に相当し，細い矢印は低濃度で空腹時の状態に相当する。イ～キはホルモンを表している。これらを通る矢印の発する箇所はその分泌腺(分泌細胞)を表し，矢印の先端はその標的を指している。血糖量の調節に関するイとウの作用はよく似ている。ク～コの矢印は神経を表しており，矢印の先端はその神経が支配する標的を指している。ケは交感神経である。[2]は中胚葉由来の組織で，多核細胞からなる。[2]がオの刺激を受けると，血液中のアミノ酸濃度が上昇する。以下の問いに答えなさい。

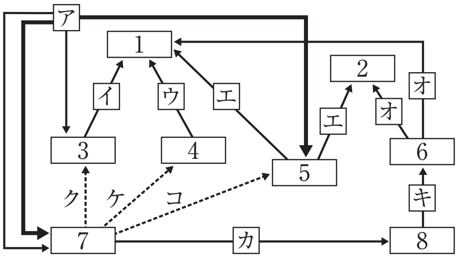


図1

(1)　図1の[1]～[8]にあてはまる最も適切な語を，次の①～⑥からそれぞれ選べ。

①　肝臓　　②　甲状腺
③　骨格筋　　④　視床下部
⑤　脂肪組織　　⑥　すい臓のランゲルハンス島のA(α)細胞
⑦　すい臓のランゲルハンス島のB(β)細胞
⑧　脳下垂体後葉　　⑨　脳下垂体前葉
⑩　副甲状腺　　⑪　副腎髄質
⑫　副腎皮質　　⑬　平滑筋

(2)　エの[2]に対する作用として適切なものを，次の①～⑦からすべて選べ。

①　グリコーゲンの分解を促進する。
②　グリコーゲンの合成を促進する。
③　グルコースの細胞内への取り込みを促進する。
④　グルコースの細胞外への放出を促進する。
⑤　解糖系の反応を促進する。
⑥　脂肪の分解を促進する。
⑦　タンパク質の分解を促進する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(3)　ウの受容体についての記述として適切なものを，次の①～⑤からすべて選べ。

①　受容体は細胞膜に存在する。

②　受容体は核内に存在する。

③　受容体は細胞質基質に存在する。

④　受容体にウが結合すると，細胞膜に結合している酵素が活性化される。

⑤　受容体にウが結合すると，受容体に結合しているナトリウムチャネルが開く。

(4)　クとコについての記述として適切なものを，それぞれ次の①～⑨からすべて選べ。

①　脊髄からニューロンが出る。

②　小脳からニューロンが出る。

③　延髄からニューロンが出る。

④　標的器官のすぐ近くでニューロンを換える。

⑤　標的器官から離れた場所の神経節でニューロンを換える。

⑥　中枢部から標的器官までニューロンを換えない。

⑦　標的器官に作用する神経伝達物質はアセチルコリンである。

⑧　標的器官に作用する神経伝達物質はグルタミン酸である。

⑨　標的器官に作用する神経伝達物質はノルアドレナリンである。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

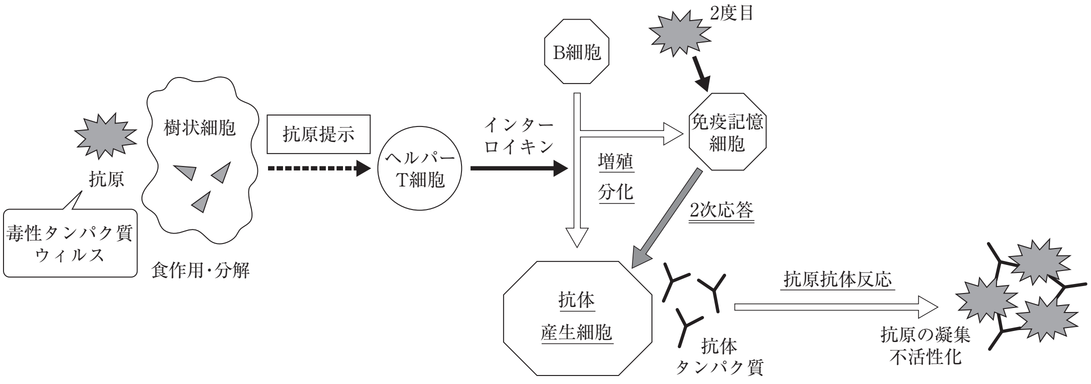
第34講　免疫系①

■生体防御

◆白血球　…　免疫に寄与する血球

白血球
- 樹状細胞，マクロファージ　…　内部にリソソーム発達，食作用によって異物を分解，インターロイキンによって自然免疫を活性化させるとともに，獲得免疫の引き金となる。
- リンパ球
  - B細胞　→骨髄(Bone marrow)の造血幹細胞に由来，骨髄にて分化，抗体産生細胞に分化する。
  - T細胞　→骨髄の造血幹細胞に由来，胸腺(Thymus)にて分化，獲得免疫全体に大きく寄与する。
  - NK細胞（ナチュラルキラー細胞）　→ガンなどの腫瘍細胞や，ウィルスに感染した細胞を攻撃する。

■体液性免疫



- 体内に侵入した抗原は樹状細胞(マクロファージ)によって補食され，その一部が細胞表面に提示される。
- ヘルパーT細胞は提示された情報をもとに，特定のB細胞を活性化，抗体産生細胞への分化を促す。
- 抗体は特異的に抗原と結合することで抗原を不活性化，凝集，感染能を喪失させる。
- B細胞などのリンパ球の一部が免疫記憶細胞として，体内に長く残る。
- ２度目以降の抗原侵入の際，記憶細胞が反応し，速やかに増殖，抗体産生細胞への分化が行われる2次応答が起こる。

©RECRUIT HOLDINGS

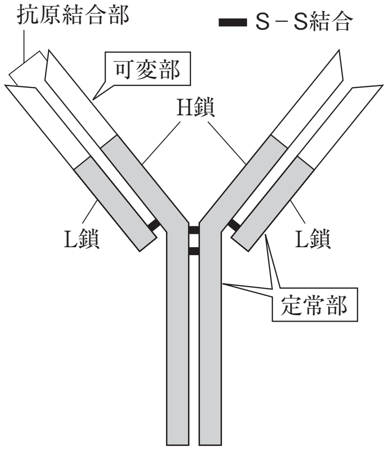
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆ワクチン療法と血清療法

ワクチン療法 … 毒性を弱めたり，無毒化した抗原（ワクチン）をあらかじめ接種することで人為的に免疫記憶を起こさせ，以後の感染や重篤な発症を防ぐ。

血清療法 … 大型の動物にあらかじめ抗原を注射し，抗体を産生させる。この抗体を含んだ血液を凝固させた上澄みである血清を，ヒトに注射することで症状を緩和する。

◆抗体 … 主成分は免疫グロブリン（γグロブリン）
2本ずつのＨ鎖とＬ鎖からなり，可変部にて特定の抗原と特異的に結合する。



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　演習問題

免疫についての次の文を読み，以下の問いに答えなさい。

ヒトのからだには，異物の侵入を妨げたり，侵入した異物を排除するさまざまな生体防御の仕組みが備わっている。この仕組みには，侵入した異物に対して特異性のない[1]と極めて特異性の高い[2]の二つがある。後者はさらにその仕組みの違いによって，[3]と[4]とに分けられる。[4]において中心的な役割を果たすのは抗体である。[5]が異物を取り込んで分解し，その断片を細胞表面に提示する。異物断片に特異的に反応する[6]は活性化され，その異物断片に対応した受容体をもつ[7]を刺激する。刺激された[7]は増殖しながら[8]へと分化し，異物に対応する抗体を産生する。また，[7]の一部は[9]として長く体内に留まる。

抗体はY字型をしたタンパク質で，H鎖とL鎖がそれぞれ2本ずつの合計4本の鎖から構成されている。タンパク質は[10]が[11]結合によって多数結合したものである。抗体分子のように複数の鎖がまとまって特定の立体構造をとることができるのは，さまざまな[10]の間で形成される[12]結合や[10]の一つである[13]同士の[14]結合によって互いに結びつけられているからである。

問1　文中の[1]～[4]に最も適切な語をそれぞれ答えなさい。

①　獲得免疫（後天性免疫）	②　細胞性免疫
③　自然免疫（先天性免疫）	④　受動免疫
⑤　体液性免疫	⑥　能動免疫

問2　文中の[5]～[9]に最も適切な語をそれぞれ答えなさい。

①　ES細胞	②　記憶細胞
③　キラーT細胞	④　抗体産生細胞
⑤　好中球	⑥　B細胞
⑦　ヘルパーT細胞	⑧　マクロファージ
⑨　マスト細胞（肥満細胞）	

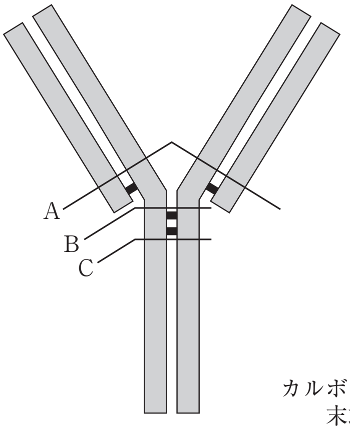
問3　文中の[10]～[14]に最も適切な語をそれぞれ答えなさい。

①　アミノ酸	②　アルギニン
③　S－S	④　グリセリン
⑤　高エネルギーリン酸	⑥　システイン
⑦　脂肪酸	⑧　水素
⑨　ヌクレオチド	⑩　ヒスチジン
⑪　ペプチド	

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　抗体分子の構造と各部分のはたらきを調べるために，抗体をタンパク質分解酵素によって分解したところ，以下のような結果が得られた。この結果について以下の問いに答えなさい。なお，図1の各鎖を結ぶ太線は，[14]結合を示し，実験操作によって[14]結合は切れないものとする。

図1



［実験Ⅰ］　消化酵素であるペプシンで処理すると，異物を凝集させるはたらきは変わらなかったが，細胞に異物を取り込ませるはたらきは失われた。

［実験Ⅱ］　タンパク質分解酵素の一つであるパパインで処理すると，抗体分子はほぼ同じ大きさの三つの断片に分かれた。また[14]結合を切る操作を行っても結果は変わらなかった。

1．ペプシンが作用して切断する部位として最も適切なものを答えなさい。
　①　A　　②　B　　③　C

2．パパインが作用して切断する部位として最も適切なものを答えなさい。
　①　A　　②　B　　③　C

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

3．抗体をパパインで処理すると，異物と結合するはたらきと，異物を凝集させるはたらきはそれぞれ処理前と比較してどのようになると推測されるか，最も適切なものを答えなさい。

① どちらも変わらない。

② 異物を凝集させるはたらきは失われるが，異物と結合するはたらきは変わらない。

③ 異物と結合するはたらきは失われるが，異物を凝集させるはたらきは変わらない。

④ 異物と結合するはたらきは強められるが，異物を凝集させるはたらきは変わらない。

⑤ どちらも失われる。

⑥ どちらも強められる。

4．抗体の異物と結合するはたらきと異物を凝集させるはたらきについて，最も適切な組み合わせを答えなさい。

A．異物と結合するはたらきは，H鎖が対になった部分のカルボキシル基末端側にある。

B．異物と結合するはたらきは，H鎖とL鎖が対になった部分のアミノ基末端側にある。

C．異物と結合するはたらきは，H鎖とL鎖が対になった部分のカルボキシル基末端側にある。

D．抗体が異物を凝集させるのは，抗体分子の２ヵ所に異物と結合する部位が存在するからである。

E．抗体が異物を凝集させるのは，異物と結合した抗体分子のカルボキシル基末端側に変化が起こり，他の抗体分子と互いに結合するからである。

① A，D　② A，E　③ B，D　④ B，E

⑤ C，D　⑥ C，E

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　確認テスト

ヒトのからだには，病原性微生物や有害物質を排除する様々なしくみがある。たとえば，鼻腔粘膜に付着した微生物は，粘液中のリゾチームによって破壊される。また，体内に侵入した異物は，白血球の一種である［１］や好中球の［２］によって処理される。さらに，ヒトなどの脊椎動物では［３］が中心になり，異物や病原性微生物に感染した細胞を非自己として認識・排除する［４］が発達している。［４］は，しくみの違いによって［５］と［６］に分けられる。［５］では，体内に異物が侵入すると，それを食べた［１］が異物に含まれる物質を抗原として認識し，その情報をある種の［７］に伝える。次に，この［７］に刺激された［８］は，増殖して［９］に分化し，血液中に抗体を分泌する。抗体は抗原に出合うと結合し，抗原のはたらきを失わせる。［８］の一部は抗原情報を記憶して体内に残り，再び同じ抗原が侵入すると，一度目よりも早く分化して大量の抗体を産生する。

問１　文中の［１］～［９］にあてはまる語として最も適当なものを，次の①～⑧からそれぞれ選べ。

①　アレルギー反応	②　拒絶反応
③　抗原抗体反応	④　解毒作用
⑤　細胞性免疫	⑥　食作用
⑦　体液性免疫	⑧　免疫
⑨　Ｂ細胞	⑩　Ｔ細胞
⑪　抗体産生細胞	⑫　上皮細胞
⑬　受容体	⑭　バクテリオファージ
⑮　標的細胞	⑯　マクロファージ
⑰　免疫記憶細胞	⑱　リンパ球

問２　次のア～オについて最も適当なものを，あとの①～⑯からそれぞれ選べ。

ア．抗体としてはたらくタンパク質は何と呼ばれるか。

イ．［５］を利用した病気の予防法に使われる抗原は何と呼ばれるか。

ウ．動物につくらせた抗体を注射し，病気を治療する方法は何と呼ばれるか。

エ．他人の臓器を移植したときに，移植臓器の定着を妨げる現象は何と呼ばれるか。

オ．結核菌の培養液を皮下に注射したときに赤くはれる現象は何と呼ばれるか。

①　アルブミン	②　免疫グロブリン	③　トロンビン
④　フィブリノーゲン	⑤　フィブリン	⑥　アレルギー
⑦　ヒストン	⑧　ワクチン	⑨　血清療法
⑩　予防接種	⑪　解毒作用	⑫　拒絶反応
⑬　血液凝固	⑭　酵素反応	⑮　先体反応
⑯　ツベルクリン反応		

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　皮膚や粘膜は，病原体の侵入を防ぐ重要なはたらきとして正しいものを２つ選べ。

① 血液凝固によって生じた血餅（けっぺい）には細菌の侵入を防ぐ作用もある。

② 皮膚の角質層は，多くの殺菌物質を分泌するので細菌が増殖しにくい。

③ 皮膚の角質層は死細胞の層で，常に置き換わるので細菌が取りつきにくい。

④ 汗は病原菌を増殖させてしまうので，皮膚を常に乾燥させておく必要がある。

⑤ 鼻の粘液に含まれるリゾチームという酵素が，細菌の核酸を分解して感染を防いでいる。

⑥ 涙の中に含まれるリゾチームという酵素が，ウイルスの核酸を分解して感染を防いでいる。

問４　次の文(A～F)は，皮膚や粘膜を突破して体内に侵入した病原菌が処理されるまでの経過を記したものである。生体防御の反応が進行する順序として最も適当なものを，あとの①～⑨からそれぞれ選べ。

A　抗原を認識したＴ細胞は増殖し，インターロイキンとよばれる物質を分泌する。

B　同じ抗原を認識するＢ細胞が活性化して増殖し，多量の抗体を分泌する。

C　マクロファージが抗原を貪食（どんしょく）する。

D　抗原と抗体とが特異的に結合する。

E　分解された異物の一部がマクロファージの表面に提示される。

F　マクロファージが効率的に抗原を貪食できるようになる。

① A⇒B⇒C⇒D⇒E⇒F　② A⇒C⇒B⇒D⇒E⇒F

③ A⇒B⇒D⇒C⇒E⇒F　④ B⇒A⇒C⇒D⇒E⇒F

⑤ B⇒A⇒D⇒C⇒E⇒F　⑥ B⇒A⇒C⇒E⇒D⇒F

⑦ C⇒A⇒B⇒E⇒D⇒F　⑧ C⇒E⇒B⇒A⇒D⇒F

⑨ C⇒E⇒A⇒B⇒D⇒F

問５　抗体産生細胞に関する記述として誤っているものを次の①～⑤から選べ。

① 抗体産生細胞には，粗面小胞体が発達している。

② １個の抗体産生細胞は，複数の抗原特異性をもつ抗体を分泌する。

③ 体内には，抗原特異性の異なる多種類のＢ細胞が多数存在している。

④ Ｂ細胞は細胞表面に発現している受容体を用いて抗原を認識している。

⑤ 抗原の刺激によって増殖したリンパ球の一部は，長期にわたり体内に残る。

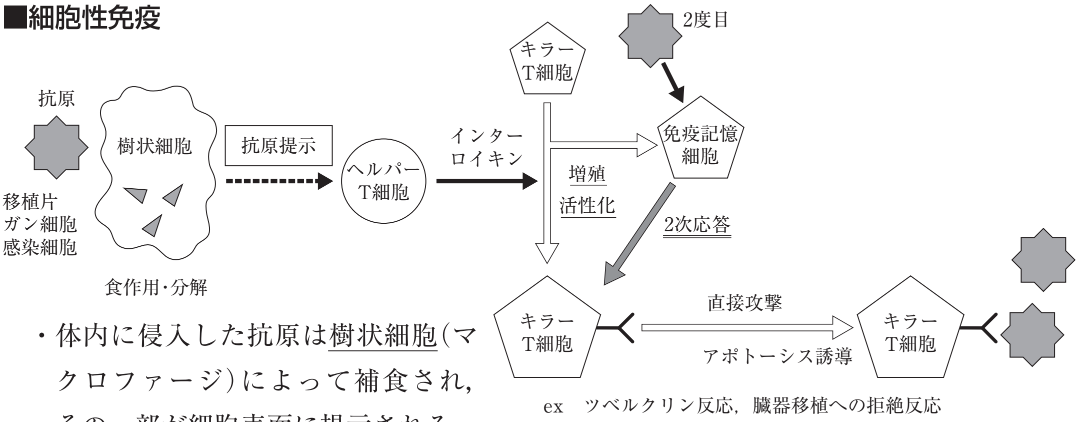
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　免疫系②

■細胞性免疫



・体内に侵入した抗原は樹状細胞(マクロファージ)によって補食され，その一部が細胞表面に提示される。
・ヘルパーT細胞は提示された情報をもとに，特定のキラーT細胞の増殖，活性化を促す。
・キラーT細胞は抗原を表面に持つ細胞を攻撃したり，アポトーシスを誘導する。
・キラーT細胞などのリンパ球の一部が免疫記憶細胞として，体内に長く残る。
・２度目以降の抗原侵入の際，記憶細胞が反応し，速やかなキラーT細胞の増殖，活性化が行われる。

■免疫疾患

◆アレルギー　…　抗原(アレルゲン)に対する過剰な免疫反応

ex 花粉症

花粉が体内に侵入することで産生された抗体が**肥満(マスト)細胞**の表面に結合。この抗体に再び抗原が結合すると，肥満細胞から**ヒスタミン**が分泌され，このヒスタミンによってアレルギー症状が起こる。

・アレルゲンに対する急激なアレルギー症状は**アナフィラキシーショック**と呼ばれ，危篤な状況に陥る。

◆AIDSとHIV

HIV　…　ヒト免疫不全ウィルス

RNAウィルスの一種であり，変異速度が速い。逆転写酵素を持つレトロウィルスでもある。

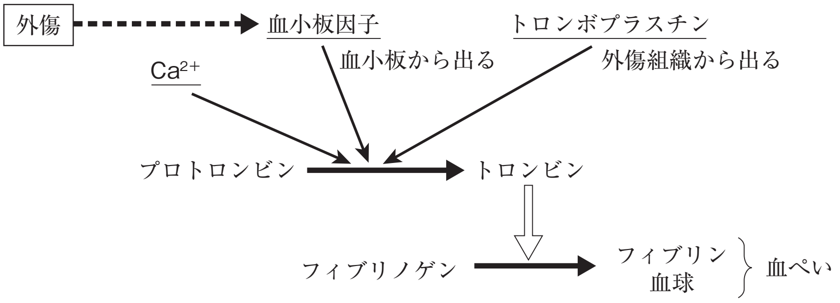
AIDS …　後天性免疫不全症候群

HIVは，ヒトのヘルパーT細胞に特異的に感染し，破壊する。免疫系の要が失われてしまうため，獲得免疫全体が機能不全を起こす。免疫システムの崩壊により，本来であれば重症化しない弱い病原体にも感染してしまう(日和見感染)。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■血液と免疫

◆血液凝固



・血液凝固の抑制

- ・クエン酸ナトリウム，シュウ酸ナトリウムの添加　⟶　Ca^{2+}の沈殿
  （クエン酸カルシウム，シュウ酸カルシウムになる。）
- ・ヘパリンの添加　⟶　トロンビンの形成阻害
- ・ヒルジンの添加　⟶　トロンビンの働きを阻害
- ・棒で撹拌　⟶　フィブリンの除去
- ・低温条件　⟶　酵素反応の阻害

◆ABO式血液型と血液の凝集

…赤血球の細胞膜表面の糖タンパク質の糖鎖が抗原となって，抗原抗体反応が起こる。

	A型	B型	AB型	O型
凝集原(抗原)				
凝集素(抗体)				

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　演習問題

生体防御を行う免疫系は生物の生存に非常に重要な機構である。ヒトを含めたほ乳類において免疫は，細胞性免疫と体液性免疫とに大別される。前者はおもにT細胞が直接ウイルス感染細胞や腫瘍細胞など，自己の細胞が形質変化(非自己化)したことを認識して，直接傷害(殺活性)する。この機構の典型例として，移植臓器の拒絶反応があげられる。

遺伝的な系統が異なるAとB系統のマウスを用いて,以下の移植実験を行った。はじめに,A系統マウスの皮膚をB系統マウスに移植したところ，約10日後に移植された皮膚は脱落した。続いて，その時に用いたB系統マウスに再度，A系統マウスの皮膚を別の部位に移植した。(a)その結果，5日目前後に移植した皮膚が脱落し，拒絶反応が早まった。次に生後間もなく胸腺を除去したB系統マウスにA系統マウスの皮膚を移植したところ，A系統マウスの皮膚は30日を過ぎても脱落せずに定着した。しかし，生後間もなく胸腺を除去したB系統マウスにA系統マウスの皮膚を移植し，それと同時に無処置の(　ア　)を注射すると，A系統マウスの皮膚は脱落した。

問1　下線部(a)の現象を表す語句を，次の①～⑧から選びなさい。

①　抗原抗体反応　　②　免疫沈降反応
③　アレルギー応答　　④　構造反応
⑤　生体反応　　⑥　二次免疫反応
⑦　抗原認識応答　　⑧　凝固反応

問2　下線部(a)の現象の理由として適切なものを，次の①～⑤から選びなさい。

①　A系統とB系統マウスの遺伝的な相違が大きかったため。
②　移値されたB系統マウスの皮下組織部位が硬化したため。
③　B系統マウスの記憶B細胞が，A系統マウス皮膚由来の抗原情報に対する抗体を産生したため。
④　A系統マウス皮膚由来の抗原情報が，B系統マウスのT細胞に記憶されていたため。
⑤　一度目の移植によって，B系統マウスの内分泌系によるストレス応答が活性化していたため。

問3　文中の(　ア　)に入る語句として適切なものを，次の①～⑧から選びなさい。

①　A系統マウスのB細胞　　②　A系統マウスの血しょう
③　B系統マウスのB細胞　　④　B系統マウスの血しょう
⑤　A系統マウスのT細胞　　⑥　A系統マウスのマクロファージ
⑦　B系統マウスのT細胞　　⑧　B系統マウスのマクロファージ

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　次の血液凝固に関する文中の［ア］～［オ］に入る最も適当な語句をあとの1～15からそれぞれ選びなさい。

外傷によって体液がからだの外に漏れ出すのを防ぐ1つのしくみとして血液の凝固反応がある。血管が傷つき出血すると，傷口に集まった血小板や傷口の組織から放出される血液凝固因子が血液中の［ア］イオンなどと協同して作用し，血液中の［イ］から酵素である［ウ］を生成する。その酵素が，血液中のタンパク質である［エ］を水に溶けにくい繊維状の［オ］に変え，その繊維が血球にからみついて血ぺいをつくり，傷口をふさいで血液の流出を防ぐ。

1．ヘモシアニン	2．カルシウム	3．カリウム
4．マグネシウム	5．ナトリウム	6．クエン酸ナトリウム
7．ミオシン	8．プロトロンビン	9．トロンビン
10．アミノ酸	11．フィブリノーゲン	12．脂肪
13．グルコース	14．グリコーゲン	15．フィブリン

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　確認テスト

ヒトに病気を起こさせる細菌，真菌，原虫，寄生虫やウイルスは病原体と呼ばれる。ヒトは有害物質や病原体に常にさらされているため，体内にはこれらの異物を認識し排除する免疫系が備わっている。免疫系に関係する免疫担当細胞は，病原体や有害物質などに由来するタンパク質や多糖など，多種多様な物質を抗原として認識する。

血液は，液体成分である血しょうと有形成分である血球に大きく分けられる。血しょうに含まれるタンパク質には，a)出血したときに血液を凝固させる物質のほか，免疫に関係する［A］があり，［A］は抗原を認識して病原体などの異物を不活性化する役割をもつ。血球成分には，赤血球や白血球などがある。白血球の一種である［B］は病原体などの異物を細胞内に取り込んで分解したり，ほかの免疫担当細胞に抗原を提示するはたらきをもつ。b)リンパ球には［C］と［D］があり，それらのもとになる細胞は［①］でつくられる。［C］になる細胞は［②］に移動して成熟するが，［D］になる細胞は［①］で成熟し，リンパ節やひ臓に移動する。これらの細胞は血管系やリンパ系を介して体内を循環し，病原体などの異物の侵入を防いでいる。［C］は病原体に感染した細胞を攻撃する役割のほか，ほかの免疫担当細胞のはたらきを制御する役割ももつ。［D］は［A］を生成する細胞に分化する。体液中の［A］による免疫を体液性免疫という。一方，体内に侵入した病原体などの異物が［A］ではなく［C］などによって取り除かれる場合を細胞性免疫という。結核菌に対する免疫は細胞性免疫であることが知られている。病原体には免疫担当細胞に感染して，免疫系のはたらきを損なわせることによって致死的な感染症を引き起こすものが知られている。c)［③］に感染すると，［③］は［C］に侵入して，これを破壊する。そのため，免疫の能力が低下し，さまざまな感染症にかかりやすくなるため，治療を受けられない場合はほとんどの患者が死亡する。

問１　文中の［A］～［D］に入る最も適当な語を次の1～9からそれぞれ選べ。

1．インターロイキン	2．血小板	3．フィブリン
4．抗体	5．神経細胞	6．T細胞
7．トロンビン	8．B細胞	9．マクロファージ

問２　下線部a)について，血液を凝固させる酵素の活性化に必要なイオンで，クエン酸ナトリウムと結合する性質をもつものとして最も適当なものを，次の１～８から選べ。

１．Na^{+}	２．Mg^{2+}	３．K^{+}	４．Ca^{2+}
５．Mn^{2+}	６．Fe^{2+}	７．Cu^{2+}	８．Zn^{2+}

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問3　下線部b)について，[①]，[②]にあてはまる最も適当な語を，次の1〜8からそれぞれ選べ。

1．肝臓　2．胸腺　3．骨髄　4．心臓
5．腎臓　6．すい臓　7．肺　8．脳

問4　[C]のはたらきとして最も適当なものを，次の1〜6から選べ。

1．病原体などの異物を取り込んで分解し,ほかの免疫担当細胞に抗原の存在を伝える。
2．ほかの免疫担当細胞から特定の抗原の存在を示されると活性化する。
3．免疫担当細胞以外には作用しない。
4．分泌する物質は，病原体や異物のもつ抗原と結合し，それらを不活性化する。
5．表面にある抗原の受容体はタンパク質であり，すべて同じアミノ酸配列をもつ。
6．反応する抗原が体内からなくなるとすべて死滅する。

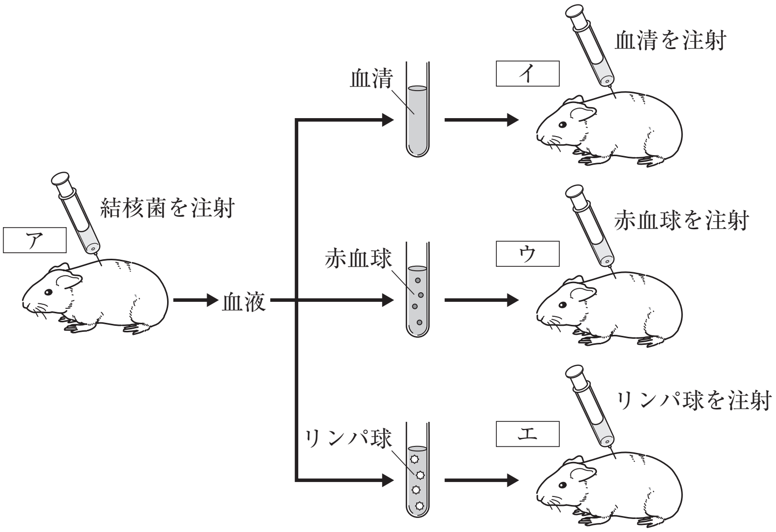
問5　下線部c)について，[③]の名称として最も適当なものを，次の1〜8から選べ。

1．インフルエンザウイルス　2．狂犬病ウイルス　3．コレラ菌
4．大腸菌　5．ヒト免疫不全ウイルス　6．天然痘ウイルス
7．百日咳菌　8．ポリオウイルス

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問6　結核菌とモルモットを用いて図1に示す実験を行った。結核菌に未感染のモルモット［ア］に結核菌を皮下注射し，その2日後にツベルクリン検査を行い陽性になったことを確認した。さらに3週間後に，このモルモットから血液をとり，血清，赤血球，リンパ球に分けて別の結核菌未感染のモルモット［イ］～［エ］に皮下注射した。この処理の2日後に，ツベルクリン反応が陽性になったモルモットを正しく組み合わせたものを，あとの1～7から1つ選べ。ただし，結核菌を注射したモルモット［ア］から得られた血液中に結核菌が混じっていなかったとする。

図1



1．［イ］のみ　　2．［ウ］のみ　　3．［エ］のみ
4．［イ］と［ウ］　　5．［イ］と［エ］　　6．［ウ］と［エ］
7．［イ］と［ウ］と［エ］

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第６章　植物生理

第36講　屈性，植物ホルモン

■植物の運動

◆屈性　…　刺激に対して方向性のある植物の運動

種類	刺激	例
光屈性	光	＋：茎，イネ科植物の幼葉鞘 －：根
重力屈性	重力	＋：根 －：イネ科植物の幼葉鞘
接触屈性	接触	＋：巻きひげ
化学屈性	化学物質	＋：花粉管（胚珠からの分泌物）
水分屈性	水	＋：根

◆傾性　…　刺激に対する方向性のない植物の運動

種類	刺激	例
光傾性	光	タンポポ・マツバギクの花の開閉 （昼→開，夜→閉）
温度傾性	温度	チューリップ・クロッカスの花の開閉 （高温→開，低温→閉）
接触傾性	接触	オジギソウの就眠運動， モウセンゴケ（食虫植物）

◆成長運動…部分的な成長の差による植物の運動。
ex　屈性，チューリップの開花

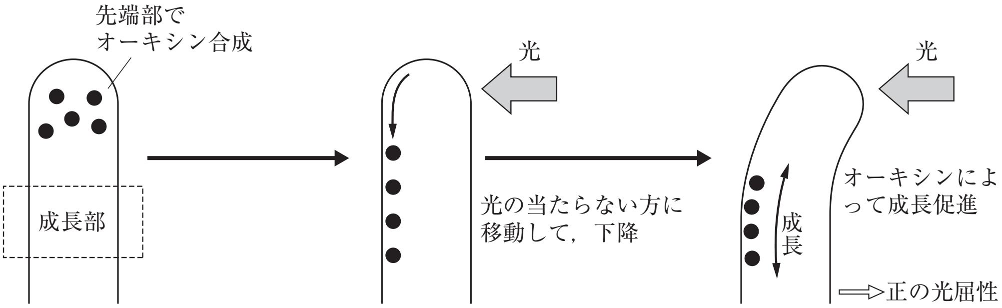
◆膨圧運動…膨圧の変化による植物の運動。
ex　気孔の開閉，オジギソウの就眠運動

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

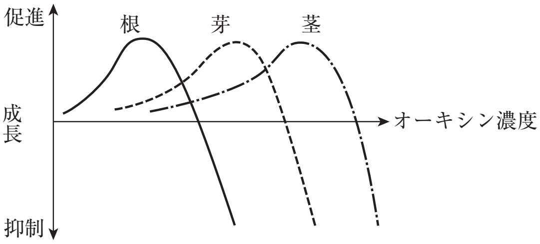
◆オーキシンによる屈性

・光屈性

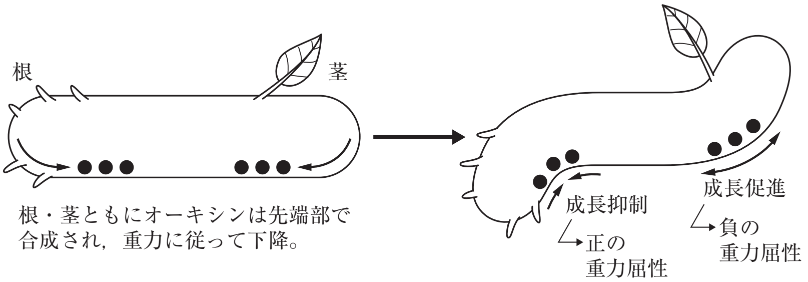


・重力屈性

オーキシン感受性



・低濃度で成長促進，高濃度で抑制
・根の方が感受性高め



・オーキシンの合成，移動については変わらないのに，
　器官ごとの感受性の差により，重力屈性の差が生まれる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■植物ホルモン

●オーキシン　…　・細胞の成長促進（細胞壁を緩める），分裂促進
（インドール酢酸）　・頂芽優勢
・カルスから根の分化
・離層の形成抑制

●サイトカイニン…　・細胞分裂促進
（カイネチン）　・カルスから茎，葉の分化
・細胞の老化抑制
・気孔の開放（蒸散の促進）

●ジベレリン　…　・細胞の伸長成長促進
・子房の発達促進（単為結実）
・休眠打破
・開花促進

●エチレン　…　・果実の成熟促進
・離層の形成促進
・根や茎の伸長抑制（肥大成長）
・老化の促進

●アブシシン酸　…　・気孔の閉鎖
・休眠維持
・細胞の伸長抑制
・エチレンの合成誘導

●フロリゲン　…　・花芽形成

●ジャスモン酸　…　・傷害応答

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　演習問題

植物の成長ホルモン（オーキシン）に関する以下の各問いに答えよ。

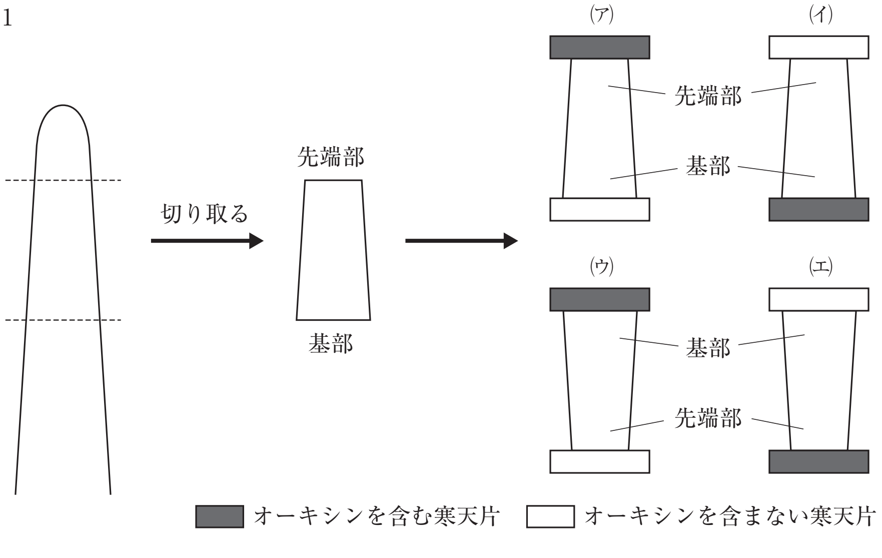
幼葉鞘や茎の先端部でつくられたオーキシンは，基部へ移動する。また，幼葉鞘や茎の内部を移動する際は，移動する方向が決まっている。

茎の先端部に光が当たると，オーキシンは光が当たっている部分から反対の陰側へと横方向に輸送され，先端部でのオーキシンの濃度分布に差が生じる（不等分布）。

そして，その濃度差のままオーキシンが基部方向に輸送され，伸長部で成長速度の違いを生じるため光屈性がおこると考えられている。

実験１　オーキシンを含む寒天片と含まない寒天片を用いて，図１の(ア)〜(エ)のように幼葉鞘の一部をはさんでしばらく放置した。すると，(ア)と(エ)の場合のみ，初めはオーキシンを含んでいなかった寒天片でオーキシンが検出された。

図１



問１　実験１の結果から考察できることが，次の文のア〜エの中で２つ考えられる。組み合わせとして最も適当なものを，次の①〜④から選べ。

ア　オーキシンが幼葉鞘の中を移動するとき，重力の方向に影響されない。

イ　オーキシンが幼葉鞘の中を移動するとき，重力の方向に影響を受ける。

ウ　オーキシンは極性をもたずに移動する。

エ　オーキシンは幼葉鞘の先端部から基部へ極性移動する。

①　ア，ウ　　②　ア，エ　　③　イ，ウ　　④　イ，エ

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

実験２　幼葉鞘の先端部より少し下の部分をスズ箔(はく)で包み，先端部の上からカバーガラスを光と平行に差し込んだ(図2)。同様に，幼葉鞘の先端部より少し下の部分をスズ箔で包み，先端部の上からカバーガラスを光に垂直になるように差し込んだ(図３)。

図２

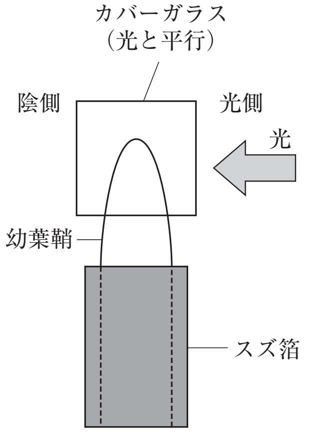
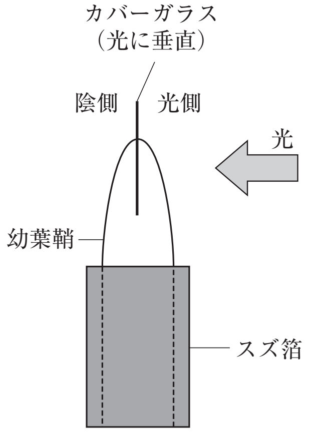


図３



実験２より，オーキシンの不等分布の機構として，次のＡ～Ｃの３つの仮説が考えられた。

仮説Ａ：光側から陰側へのホルモン移動によりおこる。
仮説Ｂ：光側でホルモンの幼葉鞘下部への移動速度が低下し，光側のホルモンの濃度が低下することによりおこる。
仮説Ｃ：光側でのホルモンの分解によりおこる。

問２　図２で，光の方向への屈曲がおこった場合，仮説Ａ～Ｃのうちあてはまるものはどれか。最も適当なものを，次の①～⑦から選べ。

①　Ａ　　②　Ｂ　　③　Ｃ　　④　Ａ，Ｂ
⑤　Ａ，Ｃ　　⑥　Ｂ，Ｃ　　⑦　Ａ，Ｂ，Ｃ

問３　図３で，仮に光の方向への屈曲がおこった場合，仮説Ａ～Ｃのうちあてはまるものはどれか。最も適当なものを，問2の選択肢①～⑦から選べ。

問４　図３で，光の方向への屈曲がおこらなかった場合，仮説Ａ～Ｃのうちあてはまるものはどれか。最も適当なものを，問２の選択肢①～⑦から選べ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　確認テスト

植物が外部の環境から何らかの刺激を受けたとき，刺激の方向に対して一定の角度をもって体の一部を曲げる性質を(　ア　)という。これに対し，刺激の方向とは無関係に曲がる性質を(　イ　)という。たとえば，植物の芽生えを地面に横たえると，根の先端は下に向かうように，茎の先端は上に向かうように体の一部が曲がる。このように，茎は(　ウ　)に対して(　エ　)の(　オ　)を示す。

様々な波長の光を芽生えに横から照射して屈曲の度合いを調べたところ，450nm前後の波長の光が最も効果的に屈曲を引き起こし，500nm以上の波長の光では，ほとんど屈曲を引き起こさなかった。したがって，(　カ　)光が芽生えの屈曲をもたらしており，植物は(　カ　)光を特異的に感受する能力を持つといえる。レタスなどの種子の発芽は，光によって促進されることが知られている。レタス種子の発芽は，(　キ　)光によって促進され，この効果は(　ク　)光によって阻害される。このことは，植物が(　キ　)光と(　ク　)光を区別して感受する能力を持つことを示している。

植物の成長は，細胞の分裂と伸長によってもたらされる。芽生えが光の方向に屈曲するとき，屈曲する部分の表皮細胞を調べてみると，影側の細胞の(　ケ　)は，光が当たっている側の細胞の(　ケ　)よりも(　コ　)ことがわかる。このように，植物の屈曲は特定の部位における成長の偏りによってもたらされる。この成長の偏りは，植物ホルモンの分布の偏りによって引き起こされる。芽生えに片側から光を当てると，光が当たっている側の(　サ　)濃度が(　シ　)し，影側の(　サ　)濃度が(　ス　)する。

暗所で吸水させたレタスの種子はほとんど発芽しないが，(　セ　)を与えると発芽が誘導される。また，明所で吸水させたレタス種子の発芽は，(　ソ　)によって阻害される。暗所で吸水させた種子では(　セ　)がほとんど検出されないが，明所で吸水させた種子では次第にその量が増加した。したがって，光は植物ホルモンの内生量を調節する役割を持ち，(　セ　)の量を増加させることにより，発芽を誘導していると考えられる。

気孔は光合成の基質である二酸化炭素，呼吸基質である酸素，蒸散に伴う水蒸気などの出入り口となっている。気孔の開閉を行う孔辺細胞は表皮系を構成する他の表皮細胞と異なり，(　タ　)を持つことが一つの特徴である。気孔を通した蒸散は根に吸水力を与える原動力となっており，水とともに吸収される養分の吸収にも重要な役割を持っている。気孔の開閉は光，二酸化炭素濃度，水分など，外部の環境に左右される。乾燥による気孔の閉鎖には，アブシシン酸が重要な働きを持つことが知られている。気孔は，孔辺細胞の膨圧が低下すると(　チ　)。膨圧の低下は，細胞内の浸透圧が(　ツ　)して細胞内の水が細胞外にでるために起こる。細胞内の浸透圧が(　ツ　)するのは，アブシシン酸の働きにより，孔辺細胞に蓄積されていたカリウムイオンや塩素イオンの排出が活発になるためである。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問１　文中の(　ア　)～(　オ　)にあてはまる語の組み合わせとして最も適当なものを，次のA～Gから選べ。ただし，選択肢の語はア・イ・ウ・エ・オの順に示してある。

A	屈性	傾性	重力	正	屈性
B	傾性	屈性	重力	正	傾性
C	屈性	傾性	重力	負	屈性
D	傾性	屈性	重力	負	傾性
E	屈性	傾性	光	正	屈性
F	傾性	屈性	光	正	傾性
G	屈性	傾性	光	負	屈性

問２　次のA～Iのうち，屈性に関する適当な記述を3つ選べ。

A　芽生えに片側から光を当てると，地上部は光の来る方向に曲がる。

B　サクラの花が，下を向いて開花する。

C　エンドウの巻きひげが，支柱に巻き付く。

D　チューリップの花は，夜になると閉じる。

E　根が，水分を感知して伸長の方向を変える。

F　強い光を当てると，葉緑体は光を避けるように細胞の周囲に並ぶ。

G　光を当てると，閉じていた気孔が開く。

H　オジギソウにさわると，葉が閉じる。

I　ダイズの葉は，夜になると先端を下に向ける。

問３　文中の(　カ　)～(　ク　)にあてはまる語の組み合わせとして最も適当なものを，次のA～Hから選べ。ただし，選択肢の語はカ・キ・クの順に示してある。

A	赤色	赤色	近赤外
B	赤色	近赤外	赤色
C	黄色	赤色	近赤外
D	黄色	近赤外	赤色
E	緑色	赤色	近赤外
F	緑色	近赤外	赤色
G	青色	赤色	近赤外
H	青色	近赤外	赤色

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　文中の（　ケ　），（　コ　）にあてはまる語の組み合わせとして最も適当なものを，次のA～Dから選べ。ただし，選択肢の語はケ・コの順に示してある。

A	伸長	大きい
B	伸長	小さい
C	分裂	盛んである
D	分裂	盛んでない

問５　文中の（　サ　）～（　ス　）にあてはまる語の組み合わせとして最も適当なものを，次のA～Jから選べ。ただし，選択肢の語はサ・シ・スの順に示してある。

A	アブシシン酸	低下	上昇
B	アブシシン酸	上昇	低下
C	エチレン	低下	上昇
D	エチレン	上昇	低下
E	オーキシン	低下	上昇
F	オーキシン	上昇	低下
G	ジベレリン	低下	上昇
H	ジベレリン	上昇	低下
I	サイトカイニン	低下	上昇
J	サイトカイニン	上昇	低下

問６　文中の（　セ　），（　ソ　）にあてはまる語の組み合わせとして最も適当なものを，次のA～Fから選べ。ただし，選択肢の語はセ・ソの順に示してある。

A	サイトカイニン	エチレン
B	サイトカイニン	アブシシン酸
C	オーキシン	エチレン
D	オーキシン	アブシシン酸
E	ジベレリン	エチレン
F	ジベレリン	アブシシン酸

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問７　文中の(　タ　)～(　ツ　)にあてはまる語の組み合わせとして最も適当なものを，次のＡ～Ｌから選べ。ただし，選択肢の語はタ・チ・ツの順に示してある。

Ａ	葉緑体	閉じる	上昇
Ｂ	ミトコンドリア	閉じる	上昇
Ｃ	液胞	閉じる	上昇
Ｄ	葉緑体	開く	上昇
Ｅ	ミトコンドリア	開く	上昇
Ｆ	液胞	開く	上昇
Ｇ	葉緑体	閉じる	低下
Ｈ	ミトコンドリア	閉じる	低下
Ｉ	液胞	閉じる	低下
Ｊ	葉緑体	開く	低下
Ｋ	ミトコンドリア	開く	低下
Ｌ	液胞	開く	低下

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

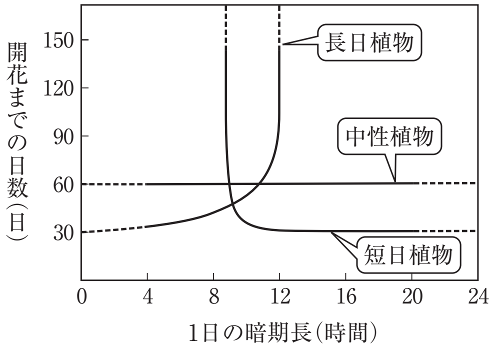
第37講　光周性

光周性　…　生物が外部環境の明暗周期を刺激として受容，反応する性質

■植物の花芽形成

長日植物　春咲き	短日植物　秋咲き	中性植物
ダイコン，アブラナ	コスモス，オナモミ	エンドウ，トマト
ホウレンソウ，アヤメ	アサガオ，キク	キュウリ，ナス
コムギ，ヒメジオン	イネ，ダイズ，サツマイモ	ヒマワリ，トウモロコシ
カンサイタンポポ		セイヨウタンポポ

・長日植物は，高緯度地域や山地などで見られる。



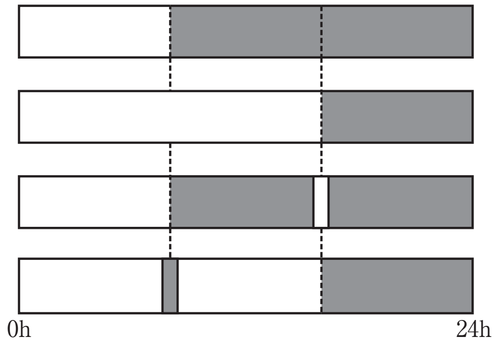
◆花芽形成と明暗周期

植物は連続暗期長を把握

・長日植物　…　限界暗期よりも短い暗期長で花芽形成

・短日植物　…　限界暗期よりも長い暗期長で花芽形成

・一日の日長条件と開花

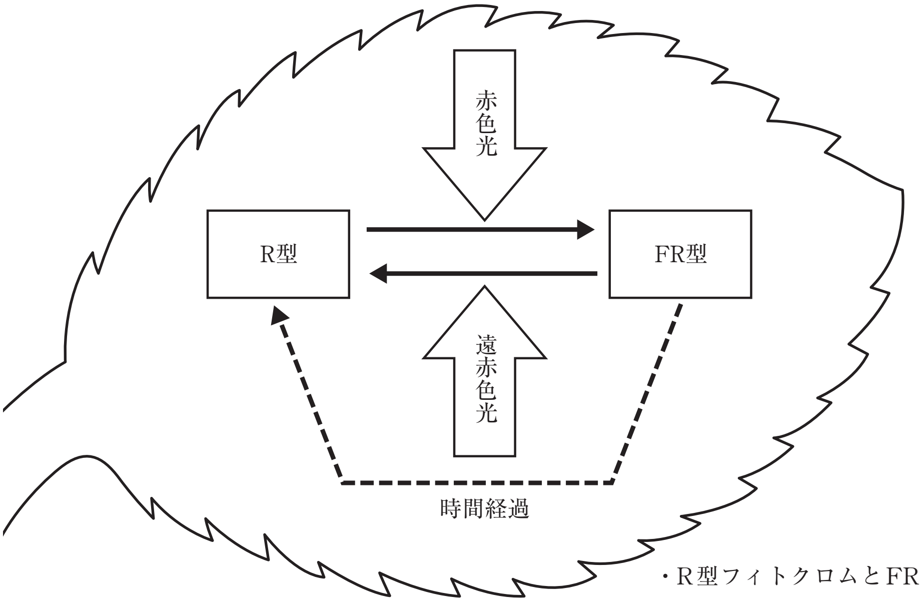


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆光刺激の受容

・フィトクロム

…　色素タンパク質の一種，赤色光吸収型（R型）と遠赤色光吸収型（FR型）があり，それぞれの光を吸収することでもう一方の型に変化する。

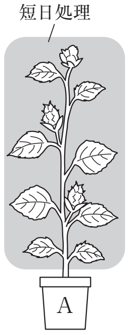
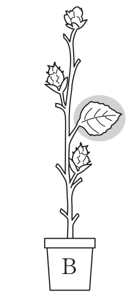
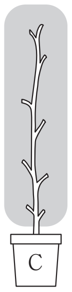
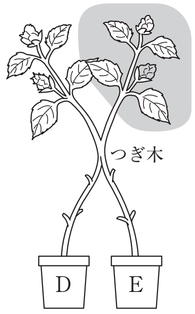
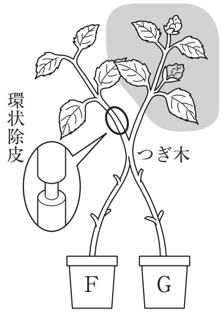


・R型フィトクロムとFR型フィトクロムの割合によって，植物の反応がどちらに進むかが決まる。

・フロリゲン

…　各植物に適切な条件下で，葉で“花成ホルモン”（フロリゲン）が合成される。フロリゲンは師管を介して，植物全体に波及，茎頂を花芽に分化させる。

オナモミ（短日植物）について

実験	 植物体の地上部を短日処理	 多くの葉を取り，1枚だけ短日処理	 葉のすべてを取り，短日処理	 つぎ木し，片方だけ短日処理	 つぎ木・環状除皮をし，片方だけ短日処理
結果	花芽を形成した	花芽を形成した	花芽を形成しない	D，Eとも花芽を形成した	Fは花芽を形成しない Gは花芽を形成した

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第37講　演習問題

以下の文章を読んで，問１～問３に答えなさい。

植物はさまざまな環境要因の影響を受けながら生活している。特に多くの植物は決まった時期に花芽を分化して開花する。このような花芽形成は，季節の移り変わりにともなう日長や温度などの環境条件の変化によって影響を受けている。

問１　オナモミを室内で生育させ，明期と暗期の日長条件を人工的に与えた花芽形成実験を行ったところ，図１のような結果が得られた。

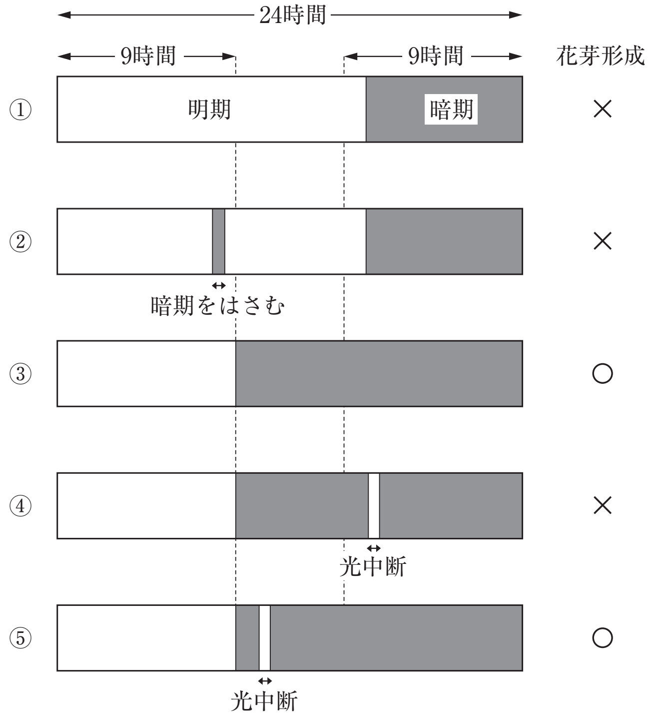


図１

問１－１　文中の ア ～ エ に，最適な語句を入れなさい。

植物には，図１の実験のように日長がある一定の長さより短くなると花芽を形成する ア 植物と，逆に限界日長より長くなると花芽を形成する イ 植物がある。また，日長に関係なく花芽を形成する植物もあり， ウ 植物とよばれる。このような，日長の変化によって引き起こされる生物体の反応を エ という。

問１－２　図１の実験結果から，オナモミの花芽形成にとって何が重要と考えられるか。20字以内で述べなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問１－３　オナモミと同じ結果を示すものを，以下の①～⑫の植物から２つ選び番号で答えなさい。

①　エンドウ	②　アサガオ	③　コムギ
④　トウモロコシ	⑤　キク	⑥　アブラナ
⑦　トマト	⑧　タバコ	⑨　ホウレンソウ
⑩　キュウリ	⑪　カーネーション	⑫　ダイズ

問１－４　アブラナを実験植物として，図1と同様の花芽形成実験①～⑤を行なうと，どの様な結果になるか。以下のA～Gの中から１つ選びなさい。ただし，○は「花芽を形成する」，×は「花芽を形成しない」を意味する。

A：　①　○，　②　×，　③　×，　④　○，　⑤　×
B：　①　×，　②　○，　③　○，　④　×，　⑤　○
C：　①　○，　②　○，　③　×，　④　×，　⑤　○
D：　①　○，　②　○，　③　×，　④　○，　⑤　×
E：　①　○，　②　×，　③　○，　④　×，　⑤　×
F：　①　○，　②　○，　③　×，　④　○，　⑤　○
G：　①　×，　②　○，　③　○，　④　○，　⑤　○

問２　オナモミを実験植物として，花芽形成について調べたところ，以下のような結果⑴～⑷が得られた。

⑴　暗期を限界暗期よりも長くする処理を行うと，花芽が形成された。
⑵　葉を全部取り除いて，短日処理を行うと，花芽は形成されなかった。
⑶　１枚の葉だけを残して短日処理を行うと，花芽が形成された。
⑷　１枚の葉だけを残し，葉の下側の茎を環状除皮した後，短日処理を行うと，環状除皮した部分の上側だけに花芽が形成された。

問２－１　⑴と⑵の実験結果から考えられることを20字以内で述べなさい。

問２－２　⑶と⑷の実験結果から考えられることを30字以内で述べなさい。

問３　花芽形成には温度環境も影響することが知られている。秋まきコムギの場合について，次の問に答えなさい。

問３－１　秋まきコムギの種子は，春にまいても花芽を形成することができない。この理由について30字以内で述べなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第37講　確認テスト

次の文章を読み，問いに答えよ。

シソの開花と日長との関係について，実験Ⅰ～Ⅵを行い，以下の結果を得た。なお，植物体は種をまいた後30日以上を経過し，十分に成長したものを用いた。日長処理は電灯を用いて行い，気温は25℃に調整した。また，日長処理を始めるまでは24時間照明下に置いた。

（実験Ⅰ）　植物体全体を短日条件（16時間暗期，８時間明期）で短日処理したところ，開花した。

（実験Ⅱ）　植物体全体を長日条件（８時間暗期，16時間明期）で長日処理したところ，開花しなかった。

（実験Ⅲ）　２本の枝のある植物体の一方の枝に短日処理を行い，残りの枝を長日条件に置いたところ，両方の枝で開花した。しかし，短日処理を行った枝の基部を「環状除皮」しておくと，長日処理を行った枝の開花は見られなかった。

（実験Ⅳ）　植物体の葉を除く，茎，枝の部分をアルミホイルで覆って短日処理し，葉は長日条件に置いたところ開花は見られなかった。

（実験Ⅴ）　植物体の葉だけをアルミホイルで覆って短日処理し，他の部分を長日条件に置いたところ，開花した。

（実験Ⅵ）　完全に展開した葉を１枚だけ残して，他の葉をすべて切り取った植物体を短日処理したところ，植物体全体で開花が見られた。

問１　下線部の処理をした目的は何か。正しいものを次の①・②のうちから選べ。

①　植物の花芽分化を抑制し，実験による日長処理の開花に与える効果を明らかにするため。

②　植物の花芽分化を促進し，実験による日長処理の開花に与える効果を明らかにするため。

問２　実験ⅠとⅡからどのような結論が得られるか。正しいものを次の①～④のうちから一つ選べ。

①　シソは短日植物であり，限界暗期は８時間より長い。

②　シソは短日植物であり，限界暗期は８時間より短い。

③　シソは長日植物であり，限界暗期は８時間より長い。

④　シソは長日植物であり，限界暗期は８時間より短い。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　実験Ⅲからどのような結論が得られるか。正しいものを次の①～④のうちから一つ選べ。

① 開花を促すホルモンは，形成された場所から他の場所へ，表皮を通って移動する。
② 開花を促すホルモンは，形成された場所から他の場所へ，木部を通って移動する。
③ 開花を促すホルモンは，形成された場所から他の場所へ，師部を通って移動する。
④ 開花を促すホルモンは，形成された場所から他の場所へ，形成層を通って移動する。

問４　実験ⅣとⅤからどのような結論が得られるか。正しいものを次の①～④のうちから一つ選べ。

① 開花を促すホルモンは，短日条件により葉で形成される。
② 開花を促すホルモンは，短日条件により茎，枝で形成される。
③ 開花を促すホルモンは，長日条件により葉で形成される。
④ 開花を促すホルモンは，長日条件により茎，枝で形成される。

問５　実験Ⅵからどのような結論が得られるか。正しいものを次の①・②のうちから一つ選べ。

① シソは葉で日長を感知でき，長日条件で開花する。
② １枚の葉で植物体全体を開花させる十分量のホルモンを形成できる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

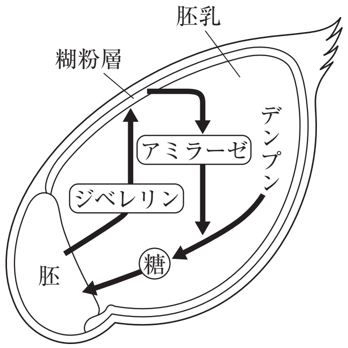
第38講　植物の発芽・植物と水

■発芽と休眠

◆発芽と植物ホルモン

・ジベレリン　　　…　発芽促進

・アブシシン酸　…　発芽抑制



ex　ジベレリンによる休眠打破

1．種子が吸水すると，胚でジベレリン合成

2．ジベレリンにより糊粉層でアミラーゼ合成

3．アミラーゼにより胚乳のデンプンが分解

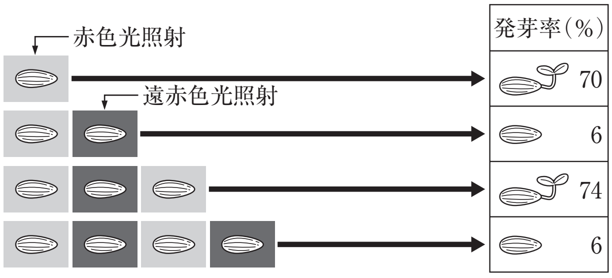
4．生じた分子量の小さい糖を基質として呼吸活性化

◆光発芽種子

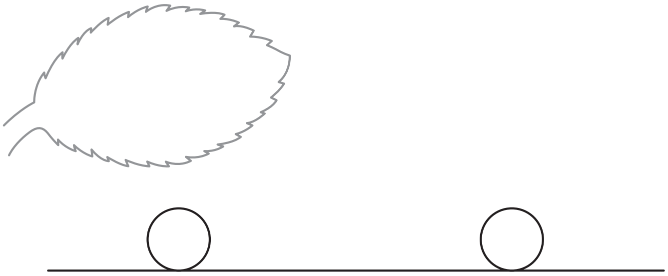
…　多くの植物は，発芽に酸素，水，温度を必要とするが，
一部の植物の種子（光発芽種子）ではさらに光も必要とする。
ex レタス，タバコ

・暗発芽種子…光で発芽抑制
ex　カボチャ，ケイトウ

・発芽は赤色光で促進され，遠赤色光で抑制される。



・光発芽種子の発芽にはフィトクロムが関与

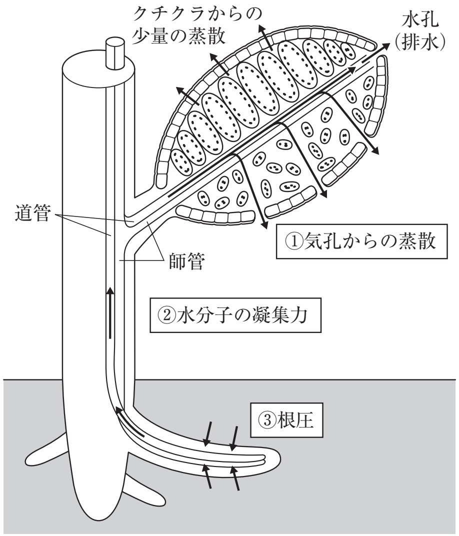


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■植物と水

◆水の吸い上げ

…植物は，① 気孔からの蒸散，② 水分子の凝集力，③ 根圧にて，
水を根から葉まで吸い上げている。



◆気孔の調節

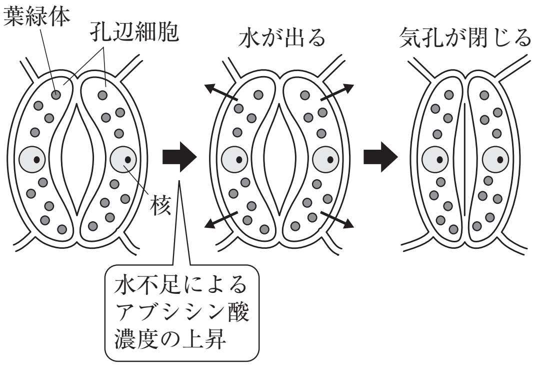
ex アブシシン酸による気孔の閉鎖

1．アブシシン酸の作用によって，孔辺細胞がK^+を排出。

2．孔辺細胞の浸透圧が減少することで，細胞の吸水力が減少。

3．排水によって，孔辺細胞の膨圧が減少。

4．孔辺細胞が湾曲した状態から戻ることで，気孔が 閉じる。



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第38講　演習問題

次の文章を読み，問1～4に答えよ。

被子植物の種子は，接合子が分裂してできた胚と，胚乳，および［ア］からなっている。［ア］は強固な組織でできていることが多く，物理的傷害や動物の消化酵素による分解から種子を守る役割のほかに，胚を水や空気中の［イ］に触れにくくすることで(1)成長を停止した状態に保つ役割も担(にな)っている。乾燥した種子は，十分な水や適当な温度，植物によっては(2)光などの条件が与えられることで発芽する。種子がもつデンプンやタンパク質などの貯蔵物質は，主に胚乳に蓄えられるが，ダイズやクリなどの種子では，それらは［ウ］に蓄えられる。種子は，(3)発芽時には貯蔵物質を分解することで，発芽直後の光合成が十分に行えない状態でも，成長に必要な糖やアミノ酸などの有機物を得ている。

問１．文章中の［ア］～［ウ］に適切な語を入れよ。

問２．下線部(1)の状態のことを一般に何と呼ぶか，答えよ。

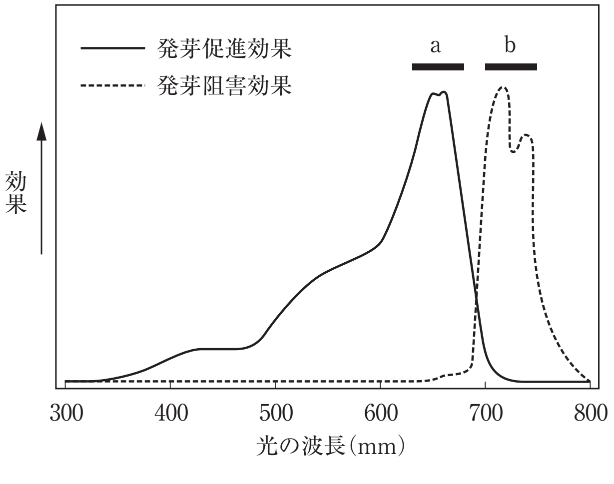
問３．下線部(2)について，光が植物の発芽に与える影響を調べるため，ある植物の種子を暗所で吸水させた後，室温で以下の実験を行った。

〔実験１〕　この種子を暗所に置いたところ，種子は発芽しなかった。しかし，白色光の照射下では，ほとんどの種子が発芽した。

〔実験２〕　この種子にさまざまな波長の光を短時間照射したところ，図１の実線で示したような発芽促進効果がみられた。

〔実験３〕　図１の波長域aの光を照射した直後に，さまざまな波長の光を短時間照射したところ，図１の点線で示したような発芽阻害効果がみられた。

図１



©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(Ⅰ)　実験１のような性質を示す種子を一般に何と呼ぶか，答えよ。

(Ⅱ)　波長域ｂの光のことを一般に何と呼ぶか，答えよ。

(Ⅲ)　波長域ａの光を照射後，波長域ｂの光を照射し，再び波長域ａの光を短時間照射すると種子の発芽はどのようになるか，答えよ。また，それはこの種子がもつ「光を吸収して発芽を促進する物質」のどのような性質によると考えられるか，答えよ。

(Ⅳ)　波長域ａの光は光合成にも利用されることが知られている。波長域ａの光は野外で植物がよく茂っている場所では，ほとんど地上に届かず，地上の種子は波長域ｂの光を多く含む光だけを吸収することになる。光に対して実験２および３のような反応を示すことは，この種子にとってどのような利点があると考えられるか，答えよ。

問４．下線部(3)について，オオムギの種子では，吸水時に胚が作り出す植物ホルモン［エ］と，胚乳を包む［オ］と呼ばれる組織にある細胞の作用が，種子の発芽に重要であることが知られている。

(Ⅰ)　文中の［エ］および［オ］に適切な語を入れよ。

(Ⅱ)　オオムギの種子を半分に切って胚のついている半分とついていない半分に分け，それぞれ湿らせたろ紙の上で培養すると，胚乳にはどのような変化がみられると予想されるか。(A)〜(D)の中から最も適切なものを選び，記号で答えよ。

(a)　胚のついている半分にのみ胚乳の分解がみられる。
(b)　胚のついていない半分にのみ胚乳の分解がみられる。
(c)　どちらの半分にも胚乳の分解はみられない。
(d)　どちらの半分にも胚乳の分解がみられる。

(Ⅲ)　［オ］の組織にある細胞の作用とは何か，説明せよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第38講　確認テスト

⑴　根(根毛を含む)の表皮細胞から吸収された水は(　ア　)を通って植物体の隅々まで運ばれる。この移動には，(　イ　)が重要な役割を果たしている。つまり，(　イ　)が起こると，細い(　ア　)中の水は，その凝集力のおかげで根から茎や葉まで途切れずに引き上げられる。根で吸収された水の大部分は(　ウ　)から体外に放出される。

一方，(　エ　)中の液体を運ぶ力は光合成によってつくられた(　オ　)の濃度から説明できる。つまり，葉の(　エ　)の中では(　オ　)の濃度が高くなるので，(　カ　)の上昇にしたがって水が(　エ　)の中に流入する。また，果実や根のように光合成産物が蓄積されたり消費される器官では，これとは逆に(　エ　)から(　オ　)が運び出されてその濃度が下がるので，水もまわりの組織へ流出することになる。これにより葉から果実や根へと向かう液体の流れができる。

問１　(　ア　)・(　イ　)・(　ウ　)に入る語の組み合わせで最も適切なものを選びなさい。ただし，選択肢の語はア・イ・ウの順に示してある。

A　師管・光合成・水孔　　B　師管・光合成・気孔
C　道管・光合成・水孔　　D　道管・光合成・気孔
E　師管・呼吸・水孔　　F　師管・呼吸・気孔
G　道管・呼吸・水孔　　H　道管・呼吸・気孔
I　師管・蒸散・水孔　　J　師管・蒸散・気孔
K　道管・蒸散・水孔　　L　道管・蒸散・気孔

問２　(　エ　)・(　オ　)・(　カ　)に入る語の組み合わせで最も適切なものを選びなさい。ただし，選択肢の語はエ・オ・カの順に示してある。

A　師管・糖・浸透圧　　B　師管・デンプン・浸透圧
C　道管・糖・浸透圧　　D　道管・デンプン・浸透圧
E　師管・糖・膨圧　　F　師管・デンプン・膨圧
G　道管・糖・膨圧　　H　道管・デンプン・膨圧

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑵　植物体でつくられ，ごく少量で植物の成長や反応を調節する物質を植物ホルモンという。たとえば，茎の先端にある頂芽が盛んに成長しているときは下方の側芽の成長は抑えられるが，頂芽を切り取ると側芽が成長をはじめる。このような現象を頂芽優勢といい，（　ア　）と（　イ　）が関与している。一方，葉の気孔の開閉には（　イ　）と（　ウ　）が関与している。水分が不足すると葉の（　ウ　）が（　エ　）して孔辺細胞の膨圧を（　オ　）させるので，孔辺細胞が扁平になって気孔が閉じるのである。また，植物から放出される気体の（　カ　）は果実の成熟や落葉を促進することが知られている。

問３　（　ア　）・（　イ　）に入る語の組み合わせで最も適切なものを選びなさい。ただし，選択肢の語はア・イの順に示してある。

A　サイトカイニン・オーキシン　　B　オーキシン・サイトカイニン
C　オーキシン・ジベレリン　　D　ジベレリン・オーキシン
E　サイトカイニン・ジベレリン　　F　ジベレリン・サイトカイニン

問４　（　ウ　）・（　エ　）・（　オ　）に入る語の組み合わせで最も適切なものを選びなさい。ただし，選択肢の語はウ・エ・オの順に示してある。

A　インドール酢酸・増加・上昇　　B　インドール酢酸・増加・低下
C　インドール酢酸・減少・上昇　　D　インドール酢酸・減少・低下
E　アブシシン酸・増加・上昇　　F　アブシシン酸・増加・低下
G　アブシシン酸・減少・上昇　　H　アブシシン酸・減少・低下

問５　（　カ　）に入る最も適切なものを選びなさい。

A　水　素　　B　窒　素　　C　水蒸気　　D　二酸化炭素
E　エチレン　　F　フロリゲン

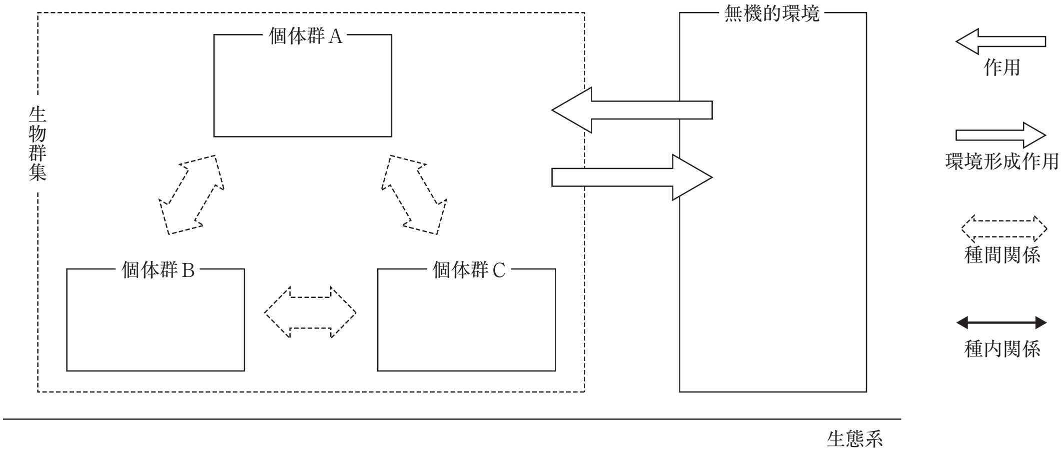
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第７章　生態

第39講　個体群動態

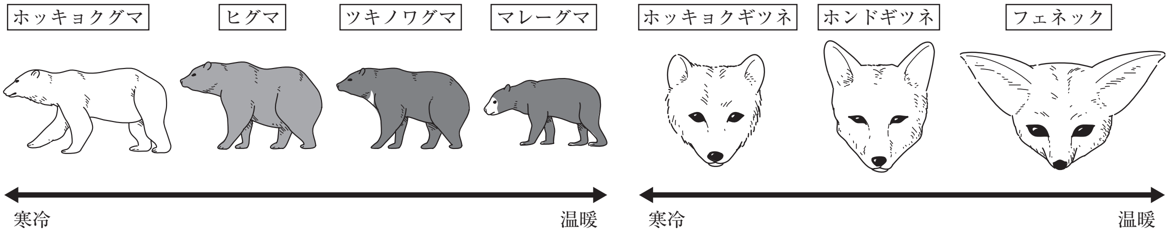
■生態系



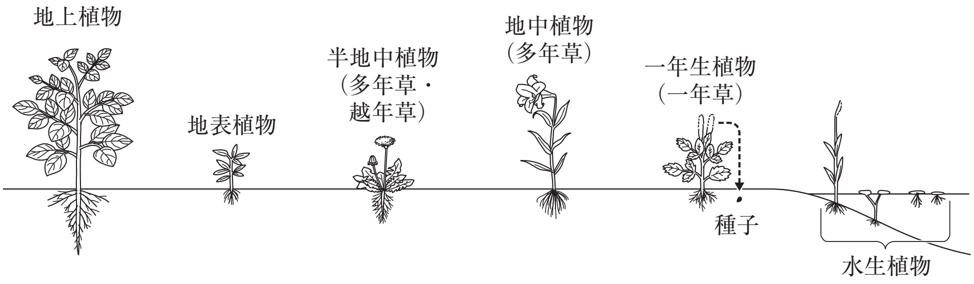
◆環境への適応

・ベルクマンの規則
　…寒冷地に生息する種ほど大型化

・アレンの規則
　…　寒冷地に生息する種ほど突出部が小さい



・ラウンケルの生活形　…　休眠芽の位置で植物を分類



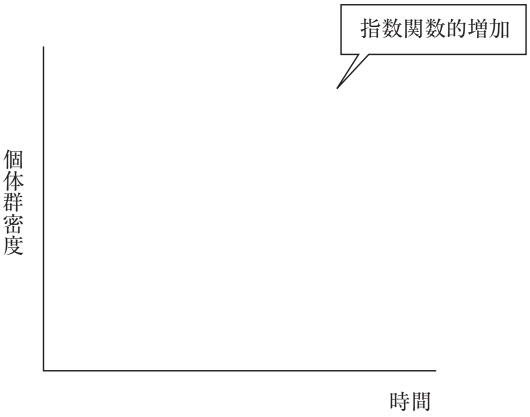
植物例	ブナ	コケモモ	タンポポ	チューリップ	ヒマワリ	ウキクサ
	カシ	シロツメクサ	ススキ	カタクリ	ヒメシバ	ハス

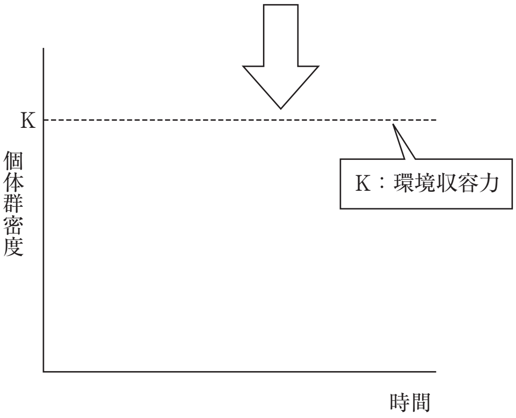
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■個体群

◆成長曲線　…　個体群密度(単位面積当たりの個体数)の時間変化

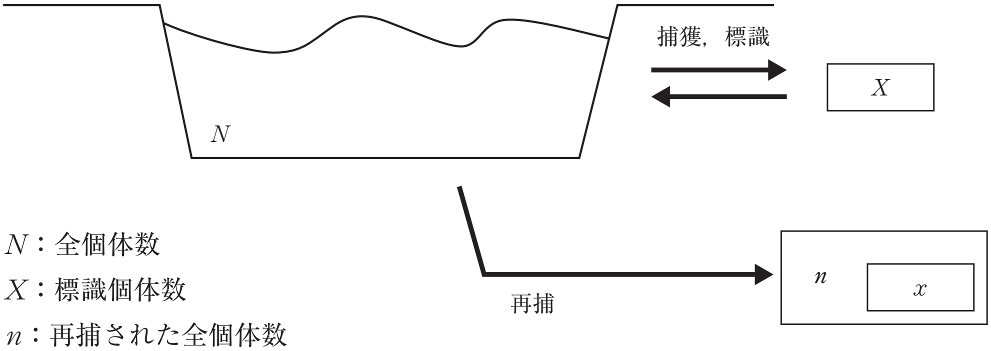
・理想的環境下　　　　　　　　・実際の環境





・密度効果　…個体群密度によって生物に与えられる影響
　ex　増殖率の低下，相変異

◆標識再捕法

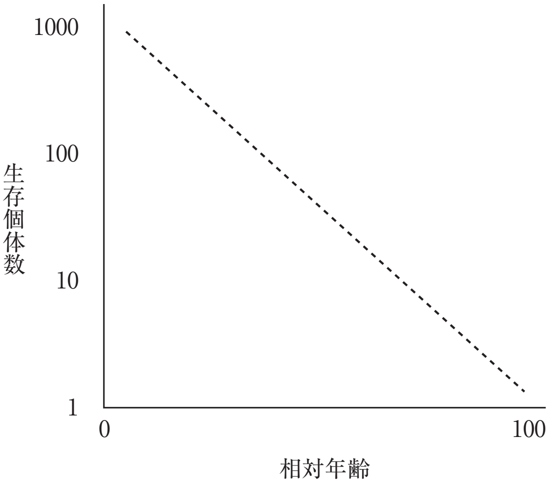


N：全個体数
X：標識個体数
n：再捕された全個体数
x：再捕された標識個体数

●標識再捕法が使える条件
・調査地で個体の出入りがない。
・標識によって個体が影響を受けない。
・各個体の捕獲確率が等しい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆生存曲線　…　相対年齢における生存個体数



A型：晩死型

特徴　産子数は少なく，親は手厚いケア

ex　大型哺乳類，ヒト，猛禽類

B型：平均型

特徴　産子数，親の保護が中程度

ex　鳥類，爬虫類，ヒドラ

C型：早死型

特徴　産子数多いが，親の保護は少ない

ex　魚類，昆虫，海産無脊椎動物

・生存曲線は，生命表を用いて作成される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第39講　演習問題

生物の個体数の変化はおもに増殖による増加と，個体の死亡という減少の収支からなりたっている。個体数の変化に関する図1～3をみて，後の問いに答えよ。

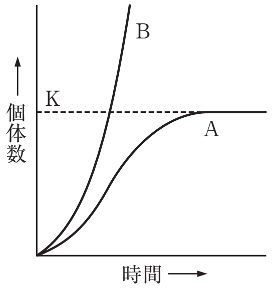


図1

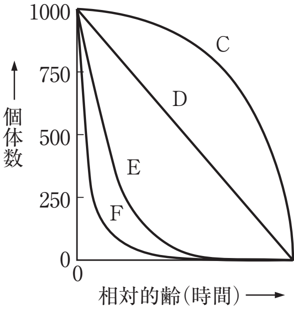


図2

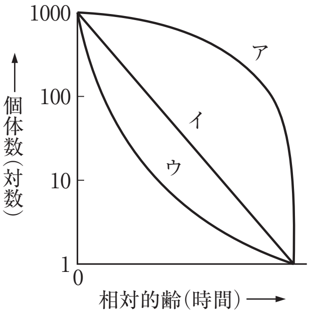


図3

問1　図1のAは，ある生物の個体数が増殖により実際にふえていくようすを示している。

1)　Aを何とよぶか。

2)　個体数Kのレベルは何を示しているか。

3)　理論的には個体数はBのように増加するはずである。しかし実際にはそうならない原因としてどのような環境要因が考えられるか，3つあげよ。

問2　図2は，相対的な齢を横軸に，齢ごとの個体数を縦軸にとって表したもので，産卵数または産子数を1000に換算してある。図3は図2の縦軸を対数目盛りで表したものである。

1)　図2に示された曲線を何とよぶか。

2)　図2のEで示される曲線は，図3のア～ウのどれに相当するか。

3)　図3のグラフの傾きは何を表しているか。

4)　次の動物の個体数の変化を表す曲線は，図3のア～ウのどの型に近いか。

（解答形式　f－エ）

a　ミツバチ　　b　ブリ　　c　カキ

d　シジュウカラ　　e　ゾウ

問3　図2に関する次の文のうち内容が正しいものはどれか，記号で答えよ。

a　一生を通じて死亡率がほぼ一定の動物はDで表される。

b　多くの産卵があっても，幼齢期に死亡するものが多い動物はFで表される。

c　親による子の保護がもっとも進化している動物はCで表される。

d　草原などの明るい場所にはえる植物は，一般にCの型になりやすい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　下の文中の空欄にあてはまるもっとも適当な語または記号を記せ。

20世紀に入ってからの人口の増加は図１の曲線［ 1 ］に近い。これは人類独特の活動によってもたらされたものである。生態系では動物の個体数は［ 2 ］者の生体量によって影響を受けるのが一般的であるが，人類は［ 2 ］者を人為的にふやす農業によって食糧増産をはかってきた。また，大量の化石燃料を消費して多量の［ 3 ］をえてきたが，その結果，大気中の［ 4 ］濃度が増加し，地球の［ 5 ］化が懸念されるようになった。地球規模での［ 5 ］化は生物の分布や増殖に大きな影響をおよぼすと予想される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第39講　確認テスト

次の文章を読み，下の問いに答えなさい。

自然界で生まれた生物は，成長の過程で捕食，飢餓，病気などの死亡要因によって個体数が減少し，一部しか親になることができない。このような自然条件下における生物の平均的寿命を［⑴］という。一方，死亡要因がない場合の平均的寿命を，その生物の［⑵］という。①産まれた卵や子について，各発育段階における，生存個体数，死亡個体数，死亡率，死亡要因などを明らかにし，時間とともに生存個体数の変化する様子を示した表を［⑶］といい，ふつう生まれた個体の総数を1000として表す。これをグラフに表したものを［⑷］という。［⑷］は出生初期の死亡率や成長の過程での死亡率によって，図1で示すようなA，B，Cの3つの型に大別される。いずれの型を示すかは，各生物の生活様式，とくに［⑸］による発育期の保護の有無や程度が強く関与する。

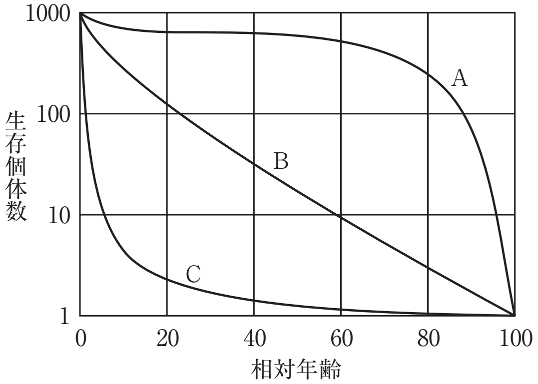


図1

問1　上の文章中の［　　］に入れるのに適当な語句を，それぞれ次の㋐〜㋙から一つ選びなさい。

⑺ 生命曲線　⑴ 生活曲線　⑼ 生存曲線　⑸ 生態的寿命　⑽ 生理的寿命

㋕ 生命表　㋖ 生存表　㋗ 親　㋘ 子　㋙ 兄弟

問2　図1のAの型を示す生物の説明として，適当なものを次の㋐〜㋔から一つ選びなさい。

㋐ 産卵・産子数が多く，発育初期における競争，他動物による捕食によって多数が失われる。

㋑ 産卵・産子数が比較的少なく，ある程度産卵・産子が保護や養育を受けるが，他動物による捕食の影響を受ける。

㋒ 産卵・産子が，全く保護や養育を受けない。

㋓ 死亡率が老齢期に高い。

㋔ 死亡率が一生を通じてほぼ一定である。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問３　図１のA，B，Cそれぞれの型を示す生物名の組み合わせとして適当なものを下の(ア)～(オ)から一つ選びなさい。

	A	B	C
(ア)	アサリ	キジ	トノサマガエル
(イ)	ライオン	ウミガメ	ツバメ
(ウ)	ヒグマ	ヒドラ	マンボウ
(エ)	トカゲ	シジミ	アリマキ
(オ)	ワニ	スズメ	トゲウオ

問４　表１は，下線部①の例として，北米に生息する同時期に生まれたアメリカアカシカについて示したものである。この表1からアメリカアカシカの平均寿命を計算することができる。平均寿命はどのような方法によって求められるか。下の(ア)～(エ)から一つ選びなさい。

表１

年齢（才）	生存個体数	死亡個体数	生存率（%）	死亡率（%）
0	1000	231	77	23
1	769	144	81	19
2	625	96	85	15
3	529	97	82	18
4	432	67	84	16
5	365	96	74	26
6	269	58	78	22
7	211	31	85	15
8	180	27	85	15
9	153	45	71	29
10	108	57	47	53
11	51	43	16	84
12	8	8	0	100

(ア)　$\dfrac{(\text{生存個体数}\times\text{年齢})\text{の総和}}{1000}$　　(イ)　$\dfrac{(\text{死亡個体数}\times\text{年齢})\text{の総和}}{1000}$

(ウ)　$\dfrac{(\text{死亡率}\times\text{年齢})\text{の総和}}{1000}$　　(エ)　$\dfrac{(\text{生存率}\times\text{年齢})\text{の総和}}{1000}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　一般に，平均寿命の減少に強く影響すると考えられる事象はどれか。最も適当なものを下の(ア)〜(キ)から一つ選びなさい。

(ア)　出生個体数の増加
(イ)　出生個体数の減少
(ウ)　出生雌雄比の増加
(エ)　出生雌雄比の減少
(オ)　出生初期の死亡増加
(カ)　生殖期の死亡増加
(キ)　老齢期の死亡増加

ⒸRECRUIT HOLDINGS

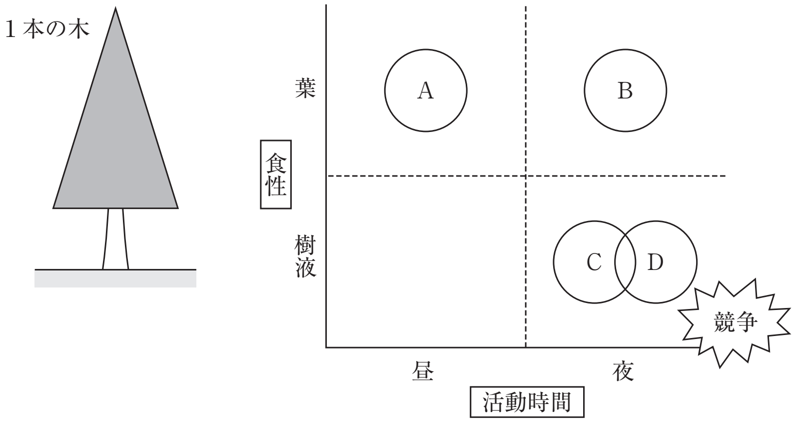
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第40講　生物間の相互作用

■生態的地位（ニッチ）

…　各生物種が占める生態系内の多次元空間

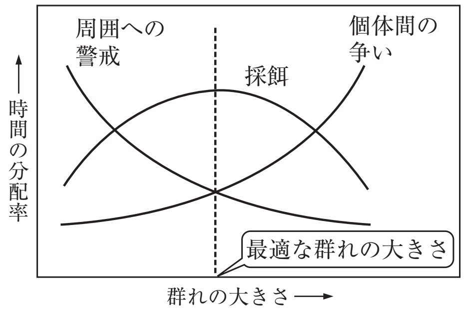
次元には食性，生活空間，活動時間など多岐にわたる



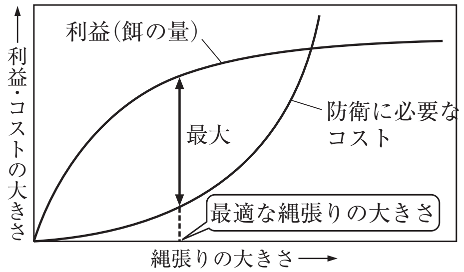
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■同種個体群間の相互作用

・群れ　…　多数の同種個体が行動を共にする。
種，外的条件に応じて最適な群れサイズは決定。



・縄張り　…　同種他個体に対して，一定の資源や空間を排他的に占有。
無駄な闘争の回避。種，外的条件に応じて最適な縄張りサイズが決定。
ex　アユ



・順位制　… 群れの個体間に直線的な優劣関係が見られる場合がある。
ex　ニワトリ

・社会性　…　群れの個体間に分業が見られる場合がある。
ex　社会性昆虫(ミツバチ，シロアリ)，ハダカデバネズミ

ⒸRECRUIT HOLDINGS

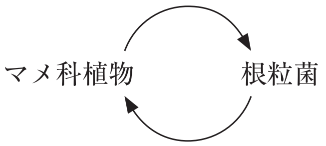
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■異種個体群間の相互作用

◆種間関係

A種	B種	名称	例
＋	＋	相利共生	マメ科植物と根粒菌　　地衣類(菌＋藻類)
＋	0	片利共生	コバンザメとサメ　カクレウオとナマコ
＋	−	捕食・被食	ヤマネコとウサギ　テントウムシとアブラムシ
＋	−	寄生	ノミとネコ　ヤドリギと広葉樹
0	0	中立	キリンとシマウマ
0	−	片害作用	アオカビのペニシリン
−	−	競争	ヒメゾウリムシとゾウリムシ　カキとフジツボ

・相利共生



◆競争の回避

・競争は互いにとって不利益

→　ニッチの重なりを解消することで，競争を回避

くいわけ　…　食性を変化　　　ex　ヒメウとカワウ

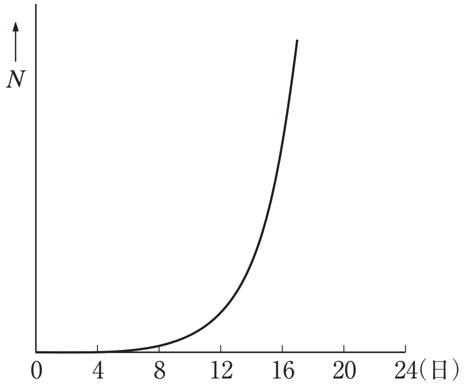
すみわけ　…　生活空間を変化　ex　イワナとヤマメ

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第40講　演習問題

一定の地域や空間内の同種個体の集まりを１つのまとまりとして個体群とよぶ。個体群の大きさは，適切な生活空間があり，養分や餌（えさ）となる有機物などの食物が十分にあれば，等比級数的に増大することができる。図１は(a)その変化の過程を表したグラフである。図１の縦軸は(b)単位体積当たりの個体数(*N*)を示している。

図１



原生生物の*Paramecium*属のＡ種は，繊毛虫類の一種で，２日に１回分裂し増殖する。Ａ種の１個体が分裂を繰り返して，どの個体も生存しているとき，20日間経過すると，理論的には，［あ］個体になり，その後も増殖を続ける。しかし，実際に，(c)試験管内で飼育すると，個体数の増加の割合がしだいに小さくなり，やがて単位体積当たり500個体程度で一定となった。

このようなことが起こるのは，個体数が増加すると，食物が十分に与えられていても，［い］により，生活環境が悪化し，(d)個体群の成長が抑制されるからである。また，このように，ある条件のもとで個体数が増加しなくなって，一定になったときの個体群の大きさを［う］という。

生活環境が似ている異種の個体群の間では，食物や生活環境をめぐる争いが起こる場合があり，これを［え］という。Ａ種と同じ属で生活環境が似ているＢ種，Ｃ種を試験管内で十分な食物を与えて単独で飼育し，単位体積当たりの個体数をプロットすると，それぞれ，図２，図３のようになった。

図２

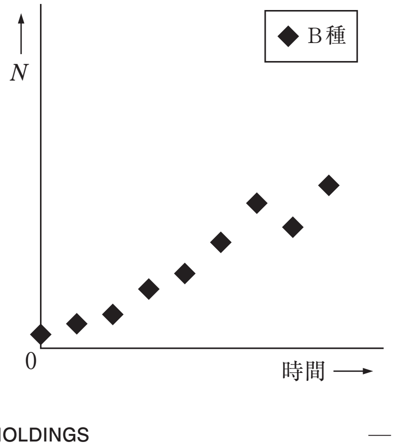
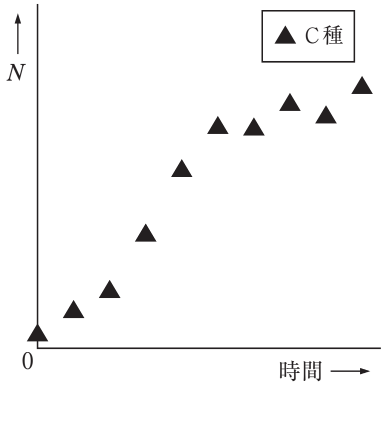


図３



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

異種の個体群の間の関係を調べるため，Ａ種とＢ種，Ａ種とＣ種を各試験管内で十分な食物を与えて混合して飼育した。Ａ種とＢ種の混合飼育では，図4のように，共存して繁殖したが，Ａ種とＣ種の混合飼育では，図5のように，［え］が起こって，Ａ種の個体数が減り，やがて絶滅してしまった。このような場合，Ａ種とＢ種が共存できたのは，［お］が異なっているためと考えられ，Ａ種とＣ種では，［お］が同じであると考えられる。

図４

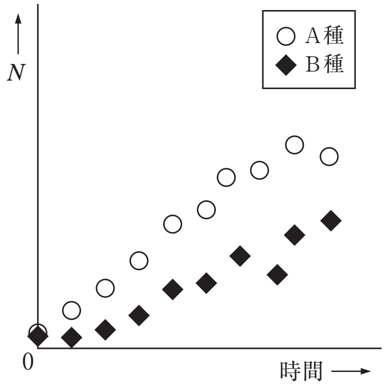
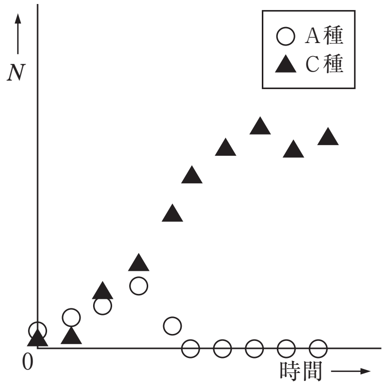


図５



試験管内でＡ種に十分な食物を与えて飼育し，数日後に，繊毛虫類の一種であるＤ種をこの試験管に加えて，Ａ種とＤ種を混合飼育した。その結果，(e)図6のように，Ａ種は絶滅し，その後，Ｄ種も絶滅した。しかし，試験管内にＡ種の［か］になるものを入れたときは，図7のように，Ｄ種だけが絶滅した。

図６

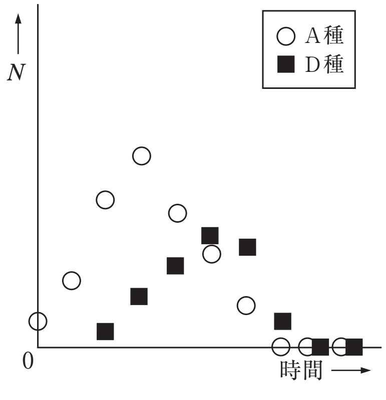
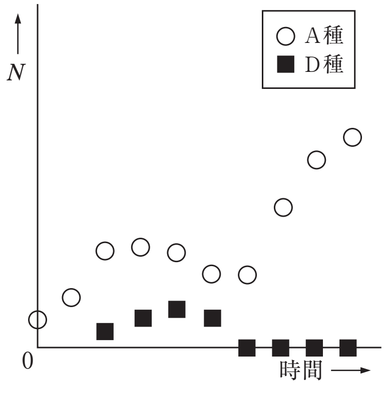


図７



〔1〕　文章中の下線部(a)のグラフを何というか。

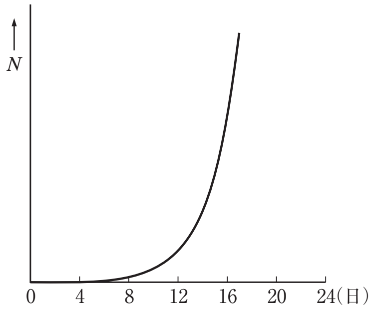
〔2〕　文章中の下線部(b)を何というか。

〔3〕　文章中の［あ］にあてはまる数値を求めなさい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔4〕　文章中の下線部(c)の結果を図1のグラフに付け加えるとどのようになるか。解答用紙の図1の縦軸に目盛を書き加えてグラフを記入せよ。



〔5〕　文章中の［い］にあてはまる最も適当な語句を次の選択肢の中から選びなさい。

①　生活空間の不足や排出物の増加

②　生活空間の不足やエネルギー消費量の減少

③　食物の不足や排出物の増加

④　食物の不足やエネルギー消費量の減少

〔6〕　文章中の下線部(d)は個体数の増加が，個体群を構成する個体の発育や生理などに影響したと考えられる。このことを何というか。

〔7〕　文章中の［う］にあてはまる最も適当な語句を次の選択肢の中から選びなさい。

①　環境収容力　　②　最大個体数　　③　環境限界値　　④　適正個体数

⑤　最大収容力　　⑥　適正限界値

〔8〕　文章中の［え］，［か］にあてはまる語句を答えなさい。

〔9〕　文章中の［お］にあてはまる語句を漢字5文字またはカタカナ3文字で答えなさい。

〔10〕　文章中の下線部(e)でD種が絶滅したのはなぜか。A種とD種の関係を述べた上で，30字以内で説明しなさい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第40講　確認テスト

(A)　以下の(a)，(b)は，生物の個体群を維持するしくみについて述べたものである。

(a)　一定の行動範囲を持ち，他の個体が侵入すると闘争を挑んで排除しようとする。
(b)　多数で集団生活をし，役割分業した各個体の協力で集団を維持しているもの。

(ア)　(a)，(b)の記述を表す用語として，適切なものを選びなさい。
解答群
①　縄張り　②　順位制　③　社会性昆虫　④　リーダー制
⑤　群　れ

(イ)　(a)，(b)の記述に該当する生物の例として，最も適切なものを選びなさい。
解答群
①　ニワトリ　②　カブトムシ　③　ウグイス　④　ミツバチ
⑤　カラス

(B)　以下の(a)〜(c)は，生物の個体群間の関係性について述べたものである。

(a)　生活様式の類似した２種の生物が，食物や生活場所をめぐって争うような関係。
(b)　２種の動物間で，一方が他方を餌としているような関係。
(c)　２種の生物がともに生活をする中で，互いの存在が互いに利益になるような関係。

(ア)　上の文の(a)〜(c)のような関係を表現するものとして，適切なものを選びなさい。
解答群
①　相利共生　②　競　争　③　すみ分け　④　捕食－被食関係
⑤　片　利

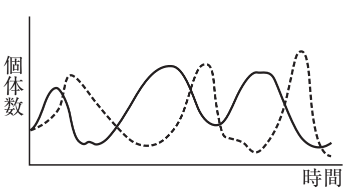
(イ)　上の文章の(a)〜(c)のような関係に該当する２種の生物の事例として，適切なものはどれか。また，(b)の関係にある２種の個体数の変化を表すグラフとして，適切なものはどれか。それぞれの解答群から選びなさい。
(a)〜(c)の解答群
①　ヤマメとイワナ　②　ゾウリムシとヒメゾウリムシ
③　レンゲと根粒菌　④　キツネとノウサギ

©RECRUIT HOLDINGS

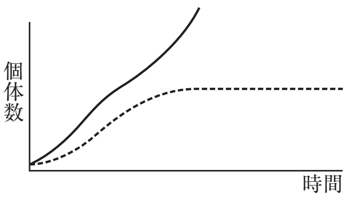
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

(b)のグラフの解答群

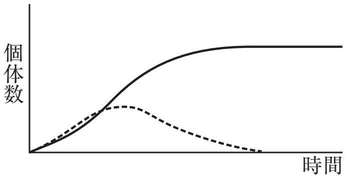
①



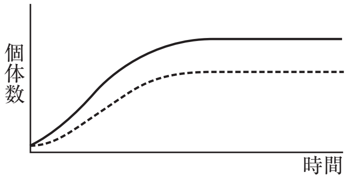
②



③



④

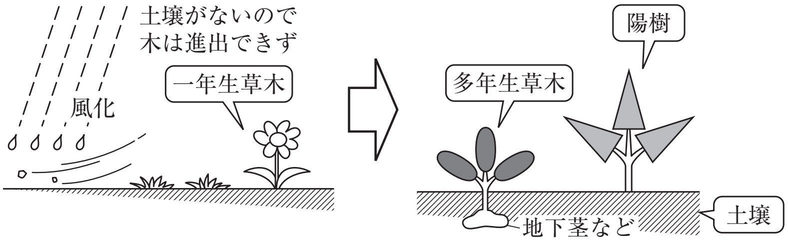


©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第41講　森林の生態系

■遷移　…　植物群落が環境と相互に作用しながら不可逆に変化していく過程。
土壌の形成の程度と林床の光条件が，進出する植物種を決定する。

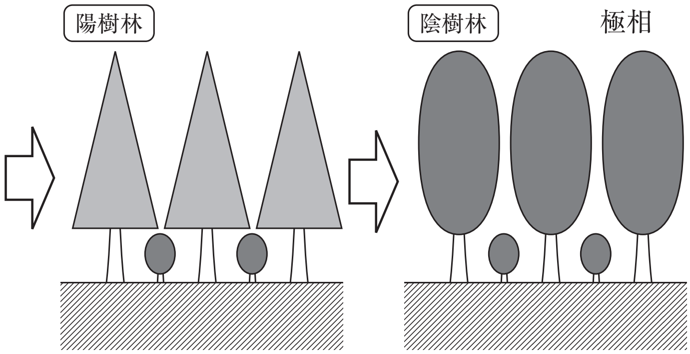
◆一次遷移　…　土壌なしの裸地からの森林形成　　ex 火山活動後，海底の隆起



地衣類・コケ植物・一年生草本が進出。風化物と生物遺体が堆積し土壌を形成。

土壌の形成に伴って多年生草本が一年生草本を駆逐。強光を利用できる陽樹の低木も進入してくる。

先駆種(パイオニア植物)
遷移の前半に進出
・乾燥耐性大
・陽生植物
・種子が小さく拡散力が大きい



陽樹が成長し，陽樹林を形成。林床は暗くなり，耐陰性の強い陰樹の低木が育つ混交林が形成。

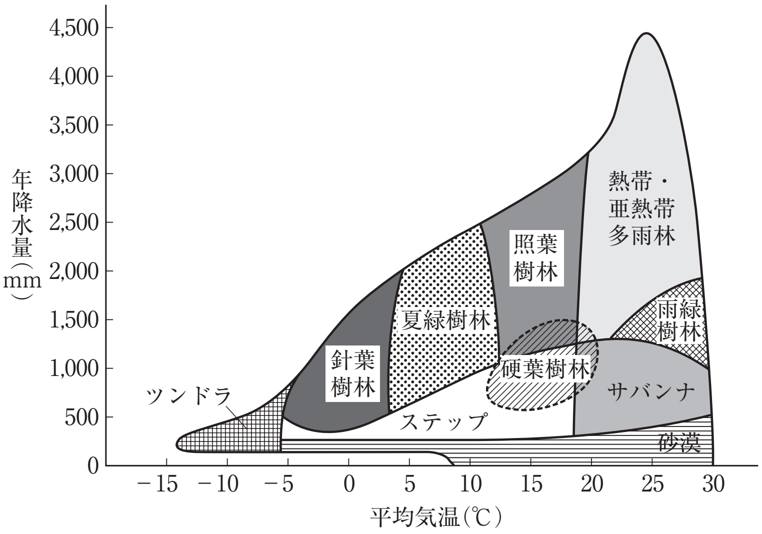
陰樹が成長し陽樹と入れ換わり，陰樹林が形成される。林床には次世代の陰樹の低木が育ち，安定的な森林になる。

●二次遷移　…　土壌ありの状態からの森林形成　　ex　山火事，伐採跡地
・成熟した土壌，既存種子や根が存在　⟶　一次遷移の草原からの遷移の再開
●湿性遷移　…　湖沼からの森林形成
・湖沼が埋まることで周辺部から湿原　⟶　草原　⟶　陽樹林　…

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■気候とバイオーム

… ある地域に生息するすべての生物のまとまりをバイオーム（生物群系）と呼ぶ。
バイオームは，植物群落の相観によって分類される。



・サバンナとステップ … 平均気温の差
サバンナ…年間を通じて温暖，低木が点在
ステップ…季節による寒暖の差が激しい。
　ステップ（中央アジア），プレーリー（北米），
　パンパ（南米）

・硬葉樹林　地中海性気候　（夏少雨，冬多雨）
植物は乾燥耐性を上げるために，葉を小さく硬くしている。
ex オリーブ，ゲッケイジュ，コルク　at ギリシア，イタリア

・雨緑樹林 … 季節風の影響で乾季と雨季が明確
乾季は落葉して水分の消費を抑える。
ex チーク，コクタン　at タイ，ベトナム

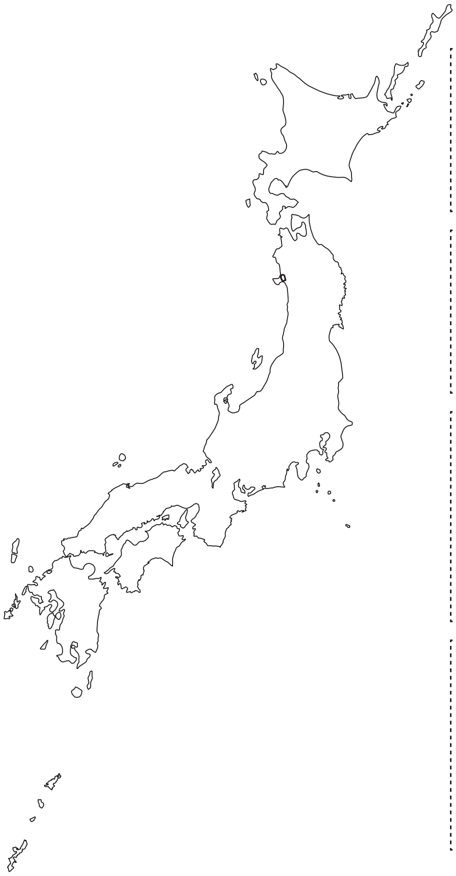
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■日本のバイオームの分布

◆水平分布

・日本全域で年間降水量は2000mm以上，バイオームは年間平均気温で決定する。



針葉樹林　…常緑，寒さや乾燥に強い針葉樹が展開
　ex トドマツ，エゾマツ，シラビソ，トウヒ

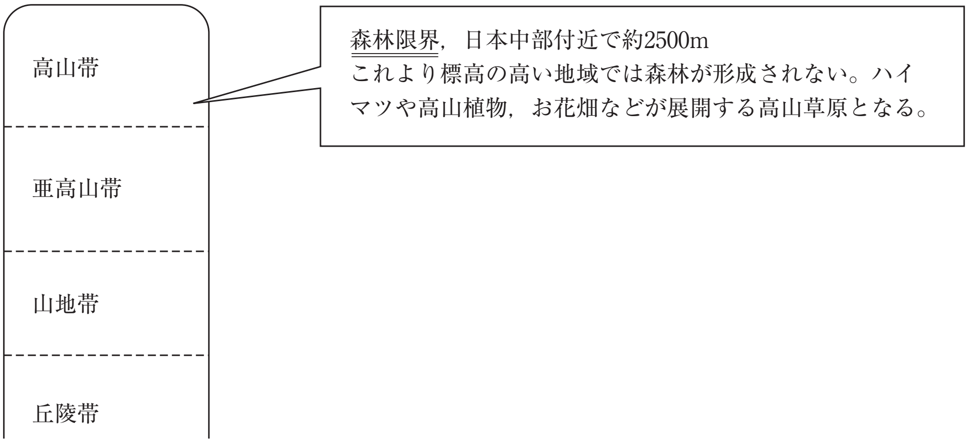
夏緑樹林　…冬期に紅葉，落葉。うすい葉が多い。
　ex ブナ，ナラ，カエデ，シラカンバ

照葉樹林　…葉の表面にクチクラが発達し，冬期でも落葉しない。
　ex シイ，カシ，クスノキ，タブノキ

亜熱帯多雨林　…つる植物やシダ植物が発達し，水辺にはヒルギが群生する。
　ex ヘゴ，アコウ，ソテツ，ヒルギ(マングローブ)

◆垂直分布

・100m上昇すると気温は0.6℃下がるため，垂直方向にバイオームが変化していく。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第41講　演習問題

次の文章を読み，問いに答えなさい。

ある地域に生育している植物の集合を植物群落と呼ぶ。どんな植物群落も，種構成などが時間的に変化して現在の状態になっている。植物群落の変化の過程を遷移といい，その例として，火山活動によってできた溶岩台地や島，山火事跡地や使われなくなった畑などでみられる群落の移り変わりがある。最初に土壌も植物も無かった状態からの遷移を(　ア　)，ある程度植物が残っている状態からの遷移を(　イ　)という。日本における(　ア　)の過程を見てみると，最初に岩石などの裸地に，乾燥に強い(　A　)や(　B　)が生える。次に一年生草本やススキなどの多年生草本が見られる(　C　)になり，やがてヤシャブシなどの木本からなる(　D　)となっていく。次第にアカマツやハンノキなどの(　E　)の森林になり，数百年をかけて最終的にはシイ・カシ・ブナなどの(　F　)が優占する[1]安定な森林になっていく。(　イ　)ではすでにある土壌中の地下部や種子から遷移が始まるので(　ア　)より早い変化が見られる。

遷移の進行にともない，[2]植物群落を取り巻く環境も変化していく。土壌は植物の枯死体由来の有機物の蓄積などにより次第に保水力や養分が増加する。また，地表に達する光量は群落の構成が草本から樹木になっていくのにともなって次第に少なくなっていく。

問１　文中の(　ア　)，(　イ　)に適当な語句を入れなさい。

問２　文中の(　A　)～(　F　)に入る適当なものを次の語群の中から選びなさい。

地衣類　　陽　樹　　低木林　　陰　樹
草　原　　コケ類

問３　下線部１のような最終的に安定した森林を何というか。

問４　下線部２のように生物が環境に影響を与えることを何というか。

問５　光環境の変化は陽樹林が成立した後の群落の移り変わりに，どのように影響を与えているか説明しなさい。

問６　実際の森林では，下線部１のような安定な森林であっても異なる遷移段階の植物群落が部分的に含まれることがある。自然条件下でこのような群落が形成される理由を説明しなさい。

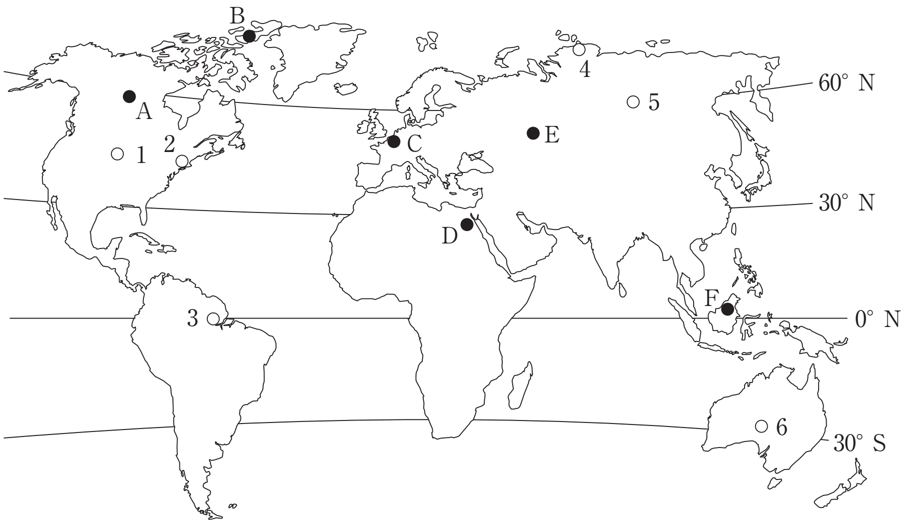
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第41講　確認テスト

次の図1は，世界の異なる生態系を代表する地点6箇所(A～F)を地図上に示したものである。図中の白丸で示した地点1～6は，A～Fと同じ生態系が見られる所である。また図2は，A～F地点の気候を示したものである。この二つの図を参考にして，後の問いに答えなさい。

図1



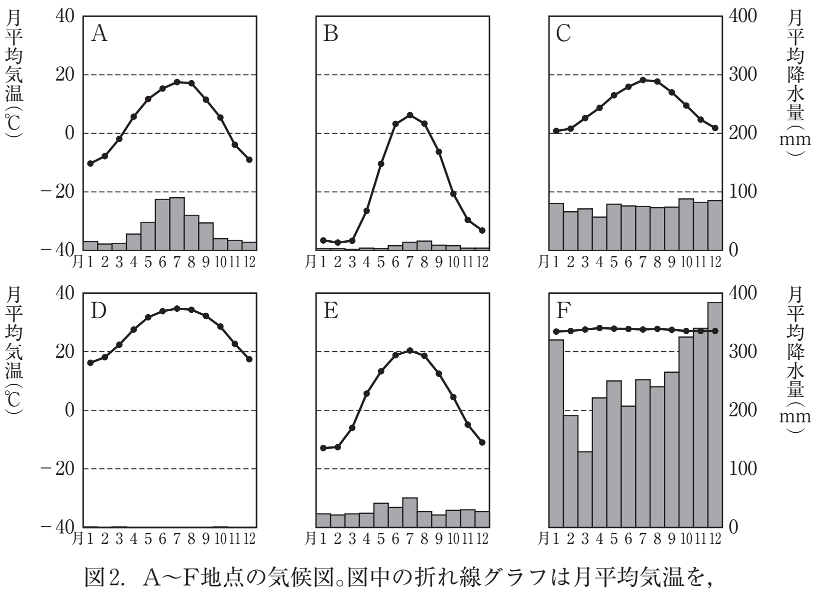


図2. A～F地点の気候図。図中の折れ線グラフは月平均気温を，棒グラフは月平均降水量を示す。　　（理科年表より）

問1　以下に掲げる文章1～6は，上記A～Fの6地点の自然景観について述べたものである。それぞれの文章は，A～Fのどの地点について述べたものか。対応すると思われる地点の記号を答えなさい。ただし，ここでは自然景観の成立に人間活動の影響は全くないものとする。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

文章１．見渡すかぎり一本の樹木もなく，地表面はコケ類，地衣類，いくらかの草本植物に覆われ，ところどころには地をはうような低木が生育している。

文章２．丈の高い常緑広葉樹がうっそうと茂り，つる植物が樹木の幹にまき付き，また高い木の枝にはさまざまな着生植物が付着している。

文章３．ブナ類やナラ類から成るさわやかな森である。春浅く，まだ葉の広がらぬ林内には日差が差し込み，明るい地表面にはさまざまな草本植物が花をつけている。

文章４．広大な大地には見渡すかぎり，マツ類やトウヒ類，モミ類から成る森林が発達している。概して樹木のサイズは小さく，生育している植物の種類は少ない。ところどころには泥炭湿原も発達している。

文章５．植物の姿はほとんどなく，はてしなく裸地が広がっているが，ところどころに低木がまばらに生え，その間には多肉植物の姿も見える。

文章６．ひろびろとした大地は，一面にイネ科植物に覆われている。樹木は，川沿いの水分供給の良い個所に，かたまって生育しているにすぎない。

問２　図１の中の地点Ａ～Ｆは，世界のどのような生態系を示すものと考えられるか。次の語群から適当と思われるものを選びなさい。

1. 熱帯多雨林　　2. 雨緑樹林　　3. マングローブ林
4. 硬葉樹林　　5. 針葉樹林　　6. ツンドラ
7. 砂漠　　8. ジャングル　　9. ステップ
10. 夏緑樹林

問３　次の文章イ～へは，(問1)の文章１～６の説明をさらに補足するものである。それぞれＡ～Ｆのどの地点に関するものと思われるか。記号で答えなさい。

イ．ここには絶滅危惧種のオランウータンが生息しているという。

ロ．地面を掘ると，どこを掘ってもすぐに永久凍土が現れた。

ハ．地面を掘ると，表面に黒い部厚い土の層が見られたが，これは黒土(チェルノーゼム)と呼ばれる肥沃な土壌である。

ニ．北米大陸では，このような生態系には，ガラガラヘビやカンガルーネズミが生息している。

ホ．この地方の森林景観は，日本の東北地方や北海道の丘陵地の森林とよく似ている。

へ．シベリアでは，このような生態系の所には，マツ類やトウヒ類，モミ類の樹木に加えて，カラマツ類も多量に生育している。

問４　図１の中の白丸で示した地点１～６は，地点Ａ～Ｆに対応して同じ生態系が見られる所である。Ａ～Ｆに対応すると考えられる地点の番号を選びなさい。

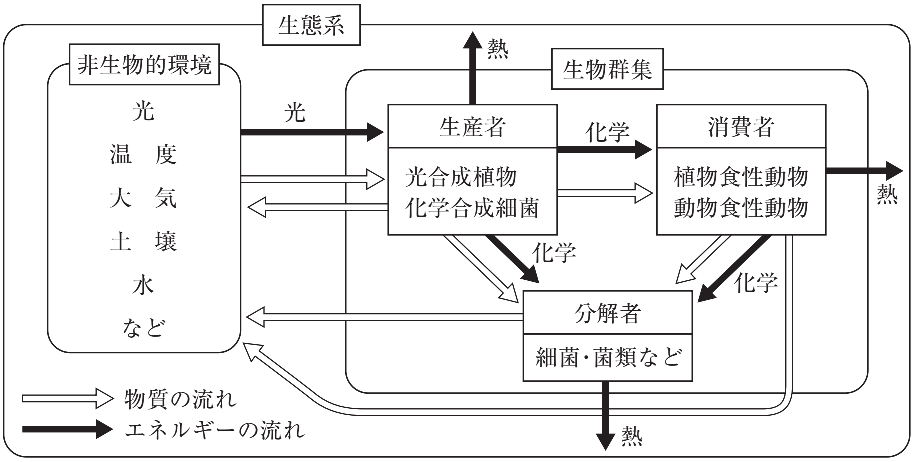
©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第42講　生態系の構成

■生態系の構成

…生態系内で物質は循環するが，エネルギーは一方向に流れる。



◆食物連鎖

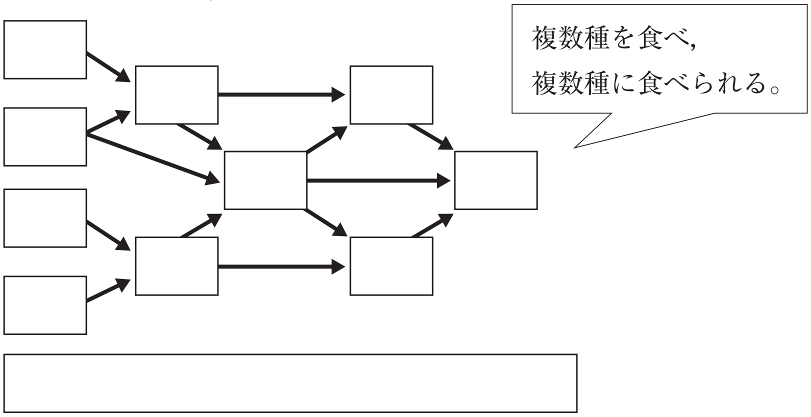
低 ←―― 栄養段階 ――→ 高

生産者	一次消費者	二次消費者	三次消費者 …
ex　イネ	バッタ	カエル	ヘビ
植物プランクトン	動物プランクトン	メダカ	ナマズ

・各栄養段階が捕食・被食の関係で直線状に連なった構図　…　食物連鎖

・一般に生態系内では複数の食物連鎖が網状に発達　…　食物網

→　食物網が発達した生態系ほど安定



ⒸRECRUIT HOLDINGS

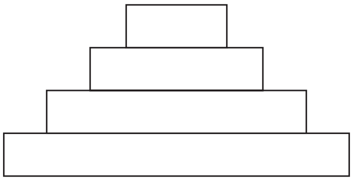
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆生態ピラミッド

…　各栄養段階における“量”の推移を表現

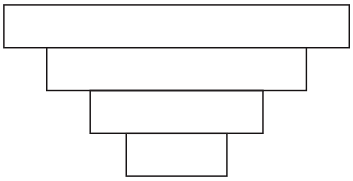
・個体数，生体量，生産量(単位時間当たりの組織合成量)

・基本的には栄養段階が上がるほど量は小さくなる。

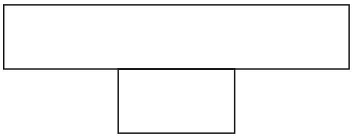


●ピラミッドの逆転

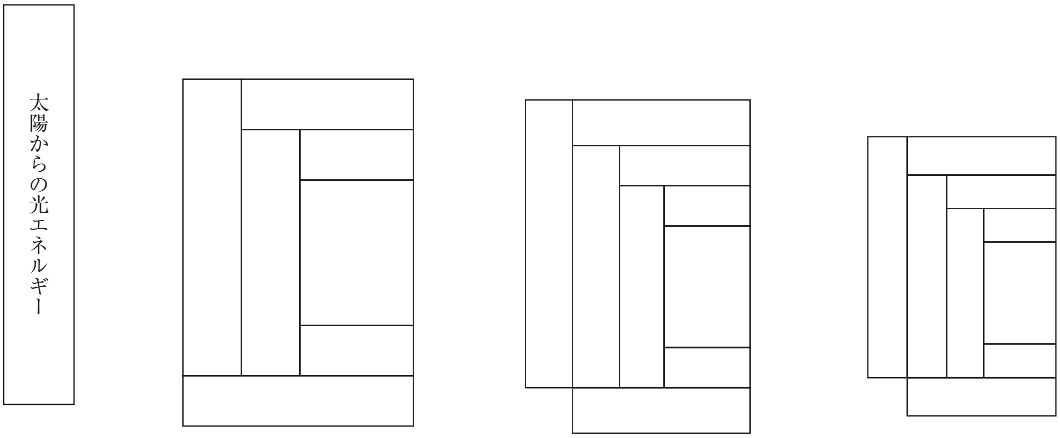
・寄生連鎖における個体数



・海洋のプランクトンの生体量



■生態系内のエネルギーの流れ



現存量：ある時点で存在する量

成長量：ある期間で増加した量

被食量：上位の栄養段階に食われた量

呼吸量：呼吸によって消費された量

枯死・死滅量：死滅して分解される量

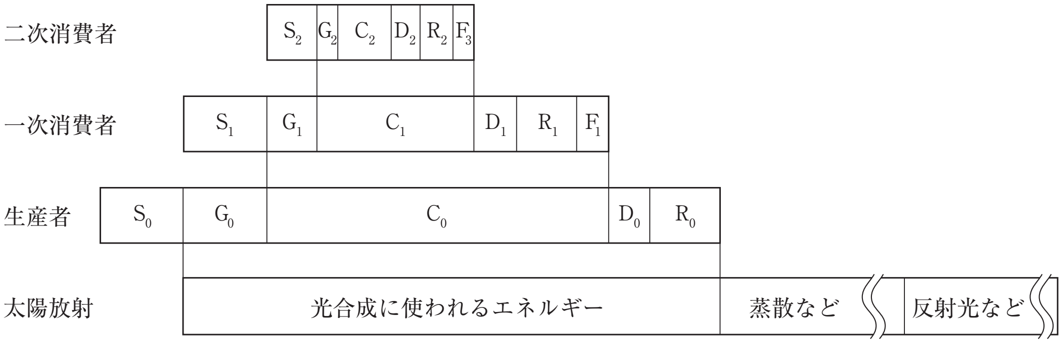
不消化排出量：消化されずに排出される量

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第42講　演習問題

生態系に関する次の各問いに答えよ。

Ⅰ．下図は生態系における各栄養段階の有機物の収支を模式的に示している。ただし，三次消費者以上は省略してある。



問１　生態系とは何か，簡潔に説明せよ。

問２　図中のGは成長量，Dは枯死・死亡量を表している。Fは何を表しているか，次のア～オより選び，記号で答えよ。

ア．最初の現存量　　イ．被食量　　ウ．呼吸量　　エ．不消化排出量
オ．摂食量

問３　生産者における純生産量を図中の記号を用いた式で表せ(例$S_0 + R_0$)。

問４　二次消費者における同化量を図中の記号を用いた式で表せ。

問５　最高次消費者まで含むすべての栄養段階のG，D，R，Fのエネルギー総和は，何と等しくなるか，答えよ。

問６　S，G，C，D，R，Fのうち，分解者によって利用されるものをすべて答えよ。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

Ⅱ．森林生態系で最も平衡が保たれ，安定している状態を極相林と呼ぶ。極相林では純生産量は［ a ］となり，生物量は［ b ］となる。

問７　次のア～カのうち，極相林の特徴について誤っているものをすべて選び，記号で答えよ。

ア．植物の種類が最大となる。　イ．食物網が複雑に入り組んでいる。
ウ．陰樹林である。　エ．小さく軽い種を作る木が多い。
オ．地表は腐植層が発達している。　カ．ギャップのもとでは，二次遷移が起こる。

問８　文中のａ，ｂの［　　］に最も適した語句を次のア～エより選び，記号で答えよ。

ア．プラス　イ．マイナス　ウ．ほぼゼロ　エ．ほぼ一定

問９　問８の［ a ］についての理由を述べよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第42講　確認テスト

次の表は地球上のおもな生態系における現存量と純生産量を推定した例である。ただし，「沿岸域」には湧昇流海域，大陸棚，サンゴ礁，入り江などが含まれ，陸地の「その他」には湿地，湖沼，河川などが含まれる。また，1ha（ヘクタール）は10000m^2，1t（トン）は1000kGである。これについて，下の設問に答えなさい。

	面積 10^9ha	現存量		純生産量	
		単位面積当たり（平均）t/ha	総量 10^9t	単位面積当たり（平均）t/ha・年	総量 10^9t/年
外洋	33.2	0.03	1.0	1.25	41.5
沿岸域	2.9	1.0	2.9	4.65	13.5
海洋全体	36.1	0.1	3.9	1.52	55.0
森林	5.7	298	1700	14.02	79.9
草原	2.4	31	74	7.88	18.9
荒原	5.0	3.7	18.5	0.56	2.8
耕地	1.4	10	14	6.50	9.1
その他	0.4	75	30	11.25	4.5
陸地全体	14.9	123	1837	7.73	115.2
地球全体	51.0	36	1841	3.34	170.2

Ⅰ　現存量とは，ある時点で一定の空間に存在する生物の量を表しているが，純生産量とは何か。適切なものを下から1つ選びなさい。

(a)　現存量と成長量の和

(b)　光合成による総生産量から呼吸，被食，死亡などで失われた量を引いたもの

(c)　光合成による総生産量と呼吸量の差

(d)　材木や農産物，水産物などの形で生態系の外に持ち出される量

(e)　見かけの光合成量と呼吸量の差

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

Ⅱ　森林は地球全体の[1]の約11％を占めるにすぎないが，[2]の約92％を占めているのに対し，海洋は全体で約71％の[1]を占めているのに約0.2％の[2]しかない。しかし，[3]でみると，森林が地球全体の約47％なのに対し，海洋全体は約32％と大幅に増加する。

問１　空欄[1]～[3]に入る適切な語を下の語群からそれぞれ１つ選びなさい。

(a)　面積
(b)　単位面積当たり現存量
(c)　現存量の総量
(d)　単位面積当たり純生産量
(e)　純生産量の総量

問２　上で述べたような現象がみられる理由としてどのようなことが考えられるか。適切なものを次から１つ選びなさい。

(a)　海洋では植物が利用できる栄養塩の濃度が片寄っているから。
(b)　海洋では陸上と比べて季節による温度変化が小さいため，光合成期間が長いから。
(c)　海洋では陸上と比べて光が急激に減衰してしまうから。
(d)　森林では生物多様性が高いから。
(e)　森林では海洋と比べて植物体に大量の有機物を蓄積しているから。

Ⅲ　生態系が変化すると，現存量が増加あるいは減少して，二酸化炭素が吸収あるいは放出される。この表から，地球上の森林の半分が耕地に変わると，地球全体の現存量の総量はどうなると予測されるか。ただし，他の条件は変わらないものとする。近いものを下から1つ選びなさい。

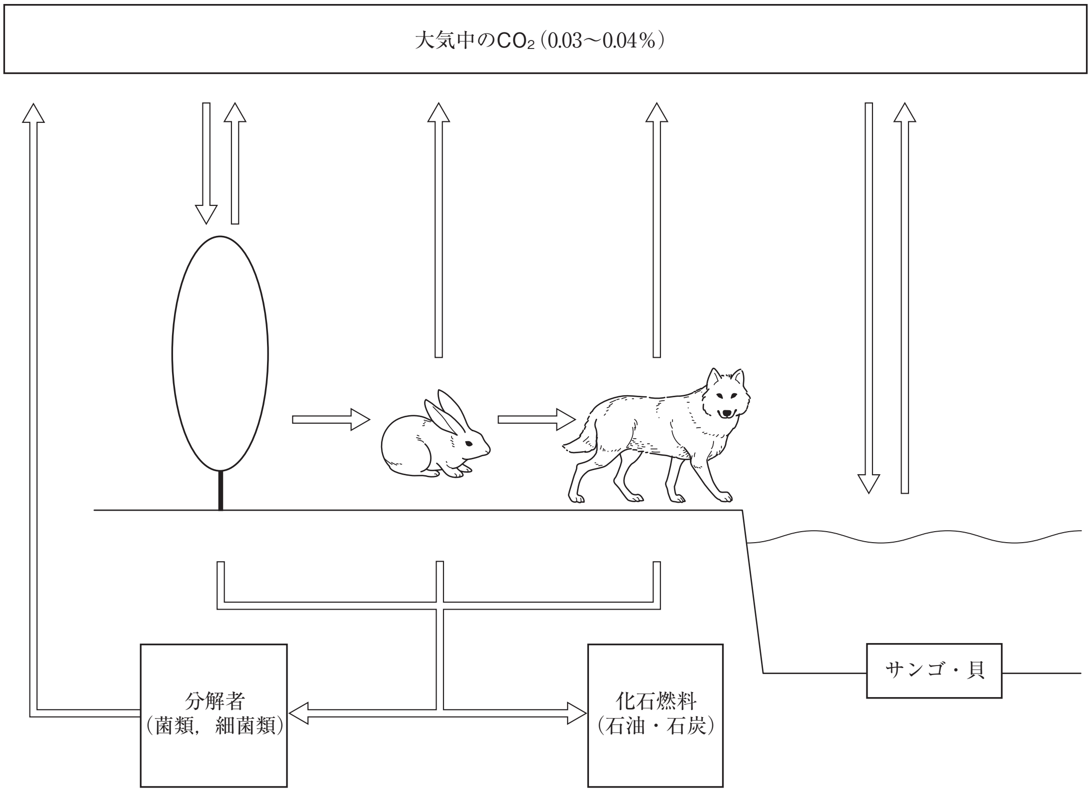
(a)　約1.6×10^9t増加
(b)　約10.5×10^9t増加
(c)　約21.5×10^9t減少
(d)　約820×10^9t減少
(e)　約840×10^9t減少

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第43講　物質の循環・多様性

■生態系内の物質循環

◆炭素の循環

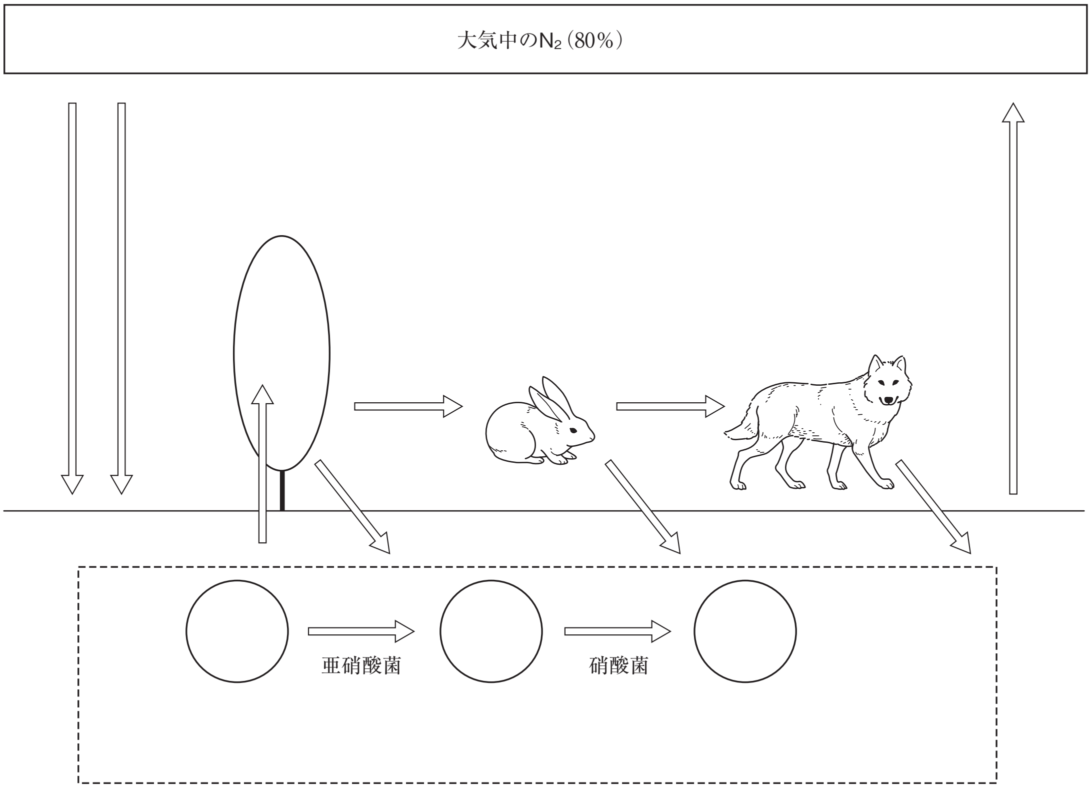


・循環の基本は，光合成と呼吸

・大気中のCO_2増加 ｛化石燃料の燃焼／火山活動｝

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆窒素の循環



・循環の基本は，窒素同化と死滅分解

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■生物多様性

・生態系の多様性
・種の多様性
・遺伝子の多様性

◆多様性の喪失
　・乱獲
　・生息地の破壊，分断
　・外来種の侵入

■環境問題

◆酸性雨　…　化石燃料の使用による窒素酸化物（NO_x），硫黄酸化物（SO_x）が雨に溶け込むことで発生

◆光化学スモッグ　…　排気ガスなどが太陽光の作用によって酸化力を持った毒性のガスに変化

◆オゾン層破壊　…　フロン等により，紫外線を吸収しているオゾンが分解（オゾンホール），地表への紫外線量の増加，皮膚がんの発生率が上昇

◆森林破壊　…　大規模な伐採や焼き畑によって，森林面積が減少，砂漠化が進行

◆地球温暖化　…　温室効果ガスによって，地球放射で放出するエネルギーが減少，地球の温度気温上昇　ex CO_2，CH_4，N_2O，H_2O

◆富栄養化　…　多量のＰやＮが海洋や湖沼に流入，プランクトンが大量増殖
赤潮，アオコ→ 水中酸素濃度の減少により，高次の栄養段階の生物が死滅

◆生物濃縮　…　生体内で分解されない化学物質や重金属が，食物連鎖を通じて高次の栄養段階で高濃度化

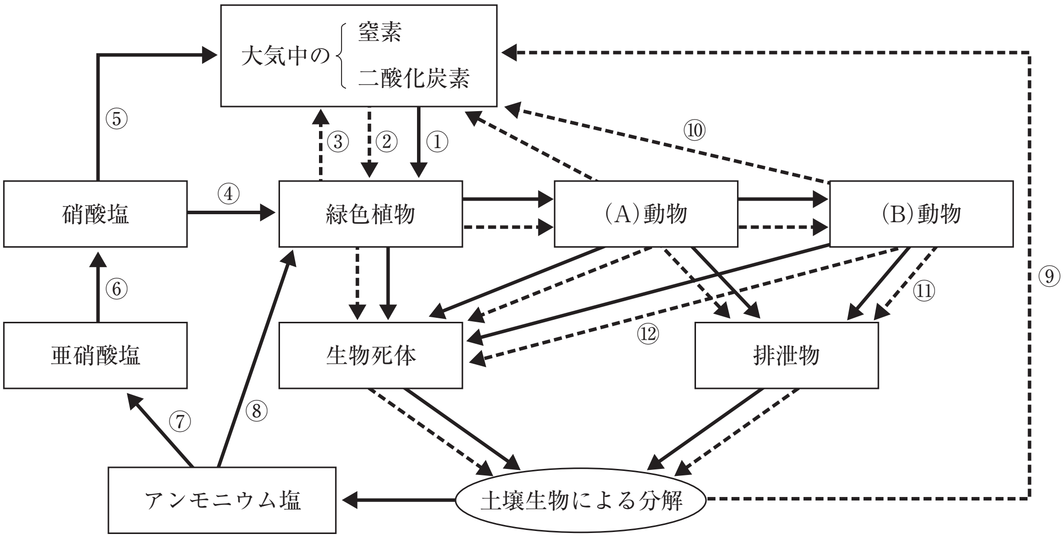
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第43講　演習問題

次の文章を読み，以下の問いに答えなさい。

生物にとって，窒素と炭素は特に重要な元素であり，これらの元素は自然界で常に循環している。図は窒素と炭素の主な循環経路を示したものであり，実線は“窒素の流れ”を，破線は“炭素の流れ”を表す。



問１．図中のＡおよびＢにあてはまる適当な語句を入れなさい。

問２．以下の文章の〔　ア　〕～〔　エ　〕に適切な語句を入れなさい。

①の窒素の流れを示す経路は〔　ア　〕と呼ばれ，〔　イ　〕の働きによる。また，同化された窒素は，最初〔　ウ　〕に変換され，この窒素化合物〔　ウ　〕は有機酸と結合して〔　エ　〕が合成される。

問３．③の炭素の流れを示す経路は何と呼ばれるか。また，①～⑫の番号を付した経路のうち，③と同じ働きをしているものの番号をすべて記しなさい。

問４．④の経路は，緑色植物の持つ何の作用か答えなさい。

問５．⑤と⑥の経路に関係する細菌の名称をそれぞれ答えなさい。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第43講　確認テスト

地球温暖化に関する次の文章を読み，以下の設問に答えよ。

炭素は以下の図に示すように地球上で循環している。陸域生態系では，植物が大気中の二酸化炭素(CO_2)と土壌中の養分，水から有機物を生産する。海洋では，表層の二酸化炭素は海水に溶解するとともに，植物プランクトンが有機物を生産し，さまざまな過程を経て下層へ沈降・蓄積する。化石燃料のうち［イ］は主に植物の遺骸，［ロ］は海に堆積した有機物が由来と考えられている。化石燃料の消費などの人類活動によって大気中に放出された二酸化炭素も陸域と海洋によって吸収されるが，近年大気中の二酸化炭素が急速に増加し，温暖化が進んでいる。

地球温暖化により，われわれの生活に対するさまざまな影響が危惧されている。環境変化に対応できない生物の大量絶滅もその一つである。サンゴは海水に溶けた二酸化炭素を取り込み，［ハ］として体のまわりに沈着させ，やがては石灰岩となって蓄積する。しかし，ある研究チームが，世界のサンゴの生息状況を調査した結果，33％の種が絶滅のおそれにあり，これらは絶滅のおそれのある生物種のリストである［ニ］リスト該当種に選定された。この背景の一つには，地球温暖化によるサンゴの［ホ］がある。サンゴの体内には褐虫藻とよばれる藻類がいるが，海水温が上昇するとサンゴは［ヘ］している藻類を放出してしまう。

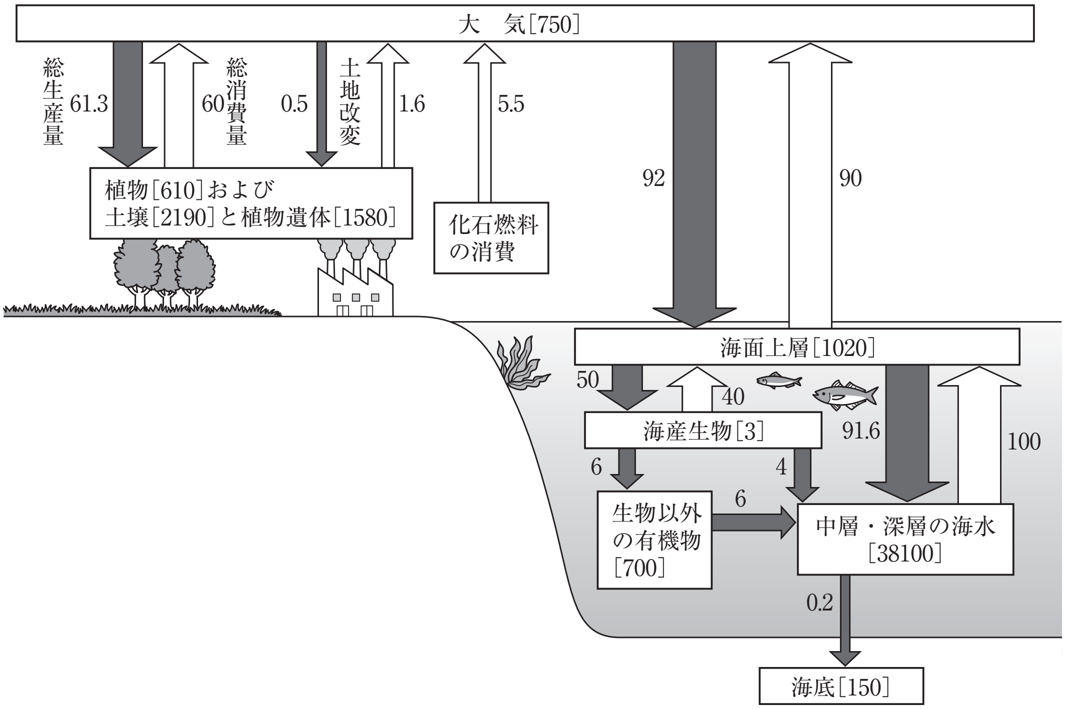


図　地球の表面における炭素の分布と循環

図中の数字は炭素量(10億t)で，［　］内は分布している炭素量を，矢印に伴う数値は年当たりの炭素の移動量を示す。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

表　地球上の主な生態系における生産者の現存量と純生産量

生態系	面積 ($10^6 km^2$)	現存量(乾燥重量)		純生産量(乾燥重量)	
		平均値 (kg/m^2)	世界全体 ($10^{12} kg$)	平均値 ($kg/(m^2 \cdot 年)$)	世界全体 ($10^{12} kg/年$)
海洋全体	361.0	0.01	3.9	0.15	55
陸地全体	149.0	12.3	1837	0.77	115
森林	57.0	29.8	1700	1.40	79.9
草原	24.0	3.1	74	0.79	18.9
荒原	50.0	0.4	18.5	0.06	2.8
農耕地	14.0	1.0	14	0.65	9.1
湖沼・河川・湿地	4.0	7.5	30.1	1.13	4.5
地球全体	510.0	3.6	1841	0.33	170

問１　文章中のイ，ロ，ハに入る組み合わせとしてもっとも適切なものを次の①〜⑧の中から選べ。ただし，イ－ロ－ハの順とする。

① 石炭－石油－炭酸ナトリウム
② 石炭－石油－炭酸カルシウム
③ 石炭－石油－硝酸塩
④ 石炭－石油－栄養塩
⑤ 石油－石炭－炭酸ナトリウム
⑥ 石油－石炭－炭酸カルシウム
⑦ 石油－石炭－硝酸塩
⑧ 石油－石炭－栄養塩

問２　文章中のニ，ホ，ヘに入る組み合わせとしてもっとも適切なものを次の①〜⑩の中から選べ。ただし，ニ，ホ，ヘの順とする。

① ブルー，白化，寄生
② レッド，白化，寄生
③ ブルー，黒化，寄生
④ レッド，黒化，寄生
⑤ ブルー，黄化，寄生
⑥ ブルー，白化，共生
⑦ レッド，白化，共生
⑧ ブルー，黒化，共生
⑨ レッド，黒化，共生
⑩ レッド，黄化，共生

問３　温室効果に関する説明文として**適切でないもの**を次の①〜⑤の中から１つ選べ。

① 地球は太陽の光エネルギーで暖められるが，地表面や大気から熱を放出することによって，地球全体としての熱収支の平衡が保たれている。
② 温室効果により，地球表面の平均温度は約15℃に保たれている。
③ 温室効果ガスには二酸化炭素，水蒸気，メタン，亜酸化窒素などが含まれる。
④ 温室効果ガスは，地球表面から放出される熱エネルギーを吸収し，すべてを地表に送り返して地表や大気の温度を上昇させる。
⑤ 太陽エネルギーによって暖められた地表は熱を放出するが，温室効果ガスがない場合，この熱の多くは大気圏外へ逃げていく。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　図の説明文として**適切でないもの**を次の①～⑥の中から１つ選べ。

①　有機物の多くは陸上に分布しているが，炭素量は水中の方が多い。

②　海面上層や陸上にとり込まれる炭素の量と大気中に戻される炭素の量を比較すると，大気中に戻される炭素量のほうが多い。

③　地球表面にはおよそ4.3×10^{13}tの炭素が分布しているが，毎年５％以上の量が移動している。

④　海底に蓄積された炭素には，貝や石灰藻，サンゴから作られる石灰岩などがある。

⑤　陸上において，土壌と植物遺体中に存在する炭素量の合計値は，植物体中の６倍以上である。

⑥　海産生物に蓄積されている炭素量は，陸上生物に蓄積されている炭素量よりもはるかに少ない。

問５　表をみると，陸地全体では毎年1150億tの有機物が生産されていることになる。このとき二酸化炭素はどのくらい固定されているか。もっとも適切なものを次の①～⑥の中から１つ選べ。なお，有機物の生産は次の反応式により起こっているとする。

$$6CO_2 + 12H_2O + 光エネルギー \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

原子量はH＝1，C＝12，O＝16

①　55×10^{12}kg　②　115×10^{12}kg　③　150×10^{12}kg　④　170×10^{12}kg
⑤　360×10^{12}kg　⑥　510×10^{12}kg

問６　生態系における二酸化炭素の分布や循環に関する説明文として**適切でないもの**を次の①～⑤の中から１つ選べ。

①　陸地においては森林の現存量は他の生態系に比べて大きく，有機物の貯蔵庫としてはたらいている。森林が破壊されると有機物の分解が進み，二酸化炭素が大気に放出される。

②　極相林は，炭素を貯蔵する役割が大きいが，このことは他の森林よりも純生産量が多いことを意味する。

③　大気中の二酸化炭素濃度は，海水中に溶け込む二酸化炭素量に大きく影響を受ける。

④　生産者や消費者の枯死体，遺体，排出物中の有機物は，分解者の呼吸によって分解され二酸化炭素として放出される。生産が分解より大きければ，土壌中の腐植質などのかたちで有機物が蓄積される。

⑤　炭素は，乾燥重量にして生物体の40～50％を占める重要な元素である。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第８章　　進化・分類

第44講　生命の歴史

■生命の歴史

◆古生代まで

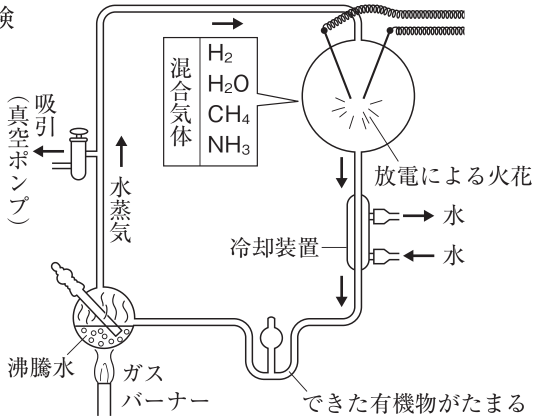
46億年前 → 40億年前 → 26億年前 → 20億年前 → 5.5億年前

- 46億年前：地球の誕生
- 40億年前：生命の誕生
- 26億年前：シアノバクテリアの繁栄
- 20億年前：真核生物の出現
- 5.5億年前：古生代

◆化学進化　…　生命が誕生する以前の有機物の生成過程

	無機物	→ 簡単な有機物	→ 複雑な有機物
ミラーの仮定 還元型大気	CH_4　NH_3 H_2O　H_2	アミノ酸 ヌクレオチド 単糖 脂肪酸 など	タンパク質 核酸（DNA，RNA） 多糖 脂肪
現在の仮定 酸化型大気	CO_2　N_2 H_2O		

・ミラーの実験



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆光合成の進化

・シアノバクテリア以前の光合成　…　光合成細菌による光合成

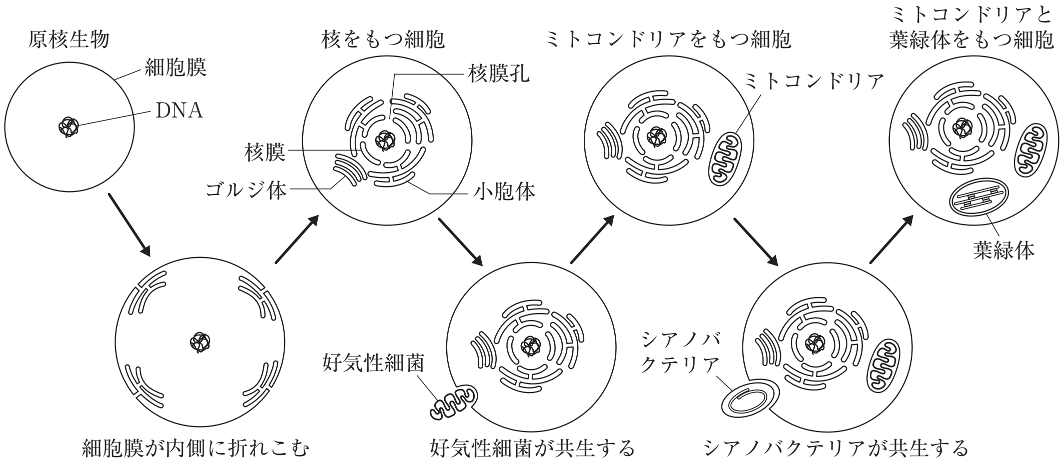
$$6CO_2 + 12H_2S \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$$

・シアノバクテリアによる光合成

$$6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

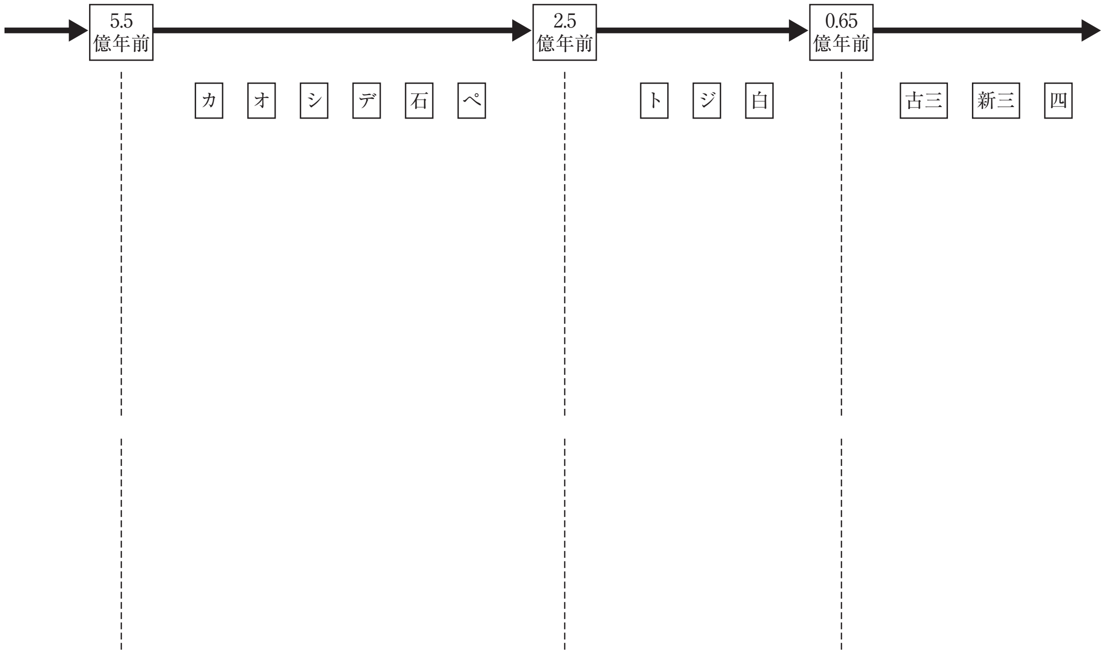
酸素の発生　→　縞状鉄鋼層の形成（海中の鉄の沈降）
好気性細菌の出現
徐々にオゾン層を形成

◆真核生物の進化



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆古生代　→中生代　→新生代



カ　：　カンブリア紀
オ　：　オルドビス紀
シ　：　シルル紀
デ　：　デボン紀
石　：　石炭紀
ペ　：　ペルム紀（二畳紀）
ト　：　トリアス紀（三畳紀）
ジ　：　ジュラ紀
白　：　白亜紀
古三　：　古第三紀
新三　：　新第三紀
四　：　第四紀

・示準化石…その化石の含まれる地層が堆積した地質年代を示す化石。

ex　古生代…三葉虫，フズリナ
　　中生代…恐竜，アンモナイト
　　新生代…大型哺乳類，ビカリア

・示相化石…その化石が含まれる地層の過去の環境を示す化石。

ex　ホタテ…冷たい海
　　サンゴ…暖かくて浅い海
　　ブナ　…涼しい陸上

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　演習問題

次の文章を読み，以下の問いに答えよ。

約46億年前に地球が誕生してから現在まで，大気を構成する気体の濃度は，生物の進化と関連しながら，大きく変化してきた。図１は生物の代謝系の進化と深い関係をもつ２種類の気体の大気中における濃度の変化を示している。

原始地球においては，まず(a)無機物から生命体のもととなる有機物がつくられた。この過程は［ 1 ］と呼ばれる。さらにこの有機物をもとにして，海洋において生物が誕生した。(b)最初の生物は嫌気呼吸型従属栄養生物であったと考えられ，以降，新しい代謝系をもつ生物が現れた。このような進化の初期の段階で現れた生物は，核や細胞小器官をもたない［ 2 ］であった。その後，核やその他の細胞小器官を備えた生物である［ 3 ］が現れ，(c)エネルギーの調達や物質の合成などを，独立した細胞小器官で行うことが可能となった。

生物の代謝による(d)大気中の気体濃度の変化は，陸上に生物が生息することを妨げていた障害を軽減し，その結果，まず植物が陸上に進出した。この陸上植物と系統的に最も近い水中の植物は，光合成色素が共通であることなどから，［ 4 ］類であると考えられている。

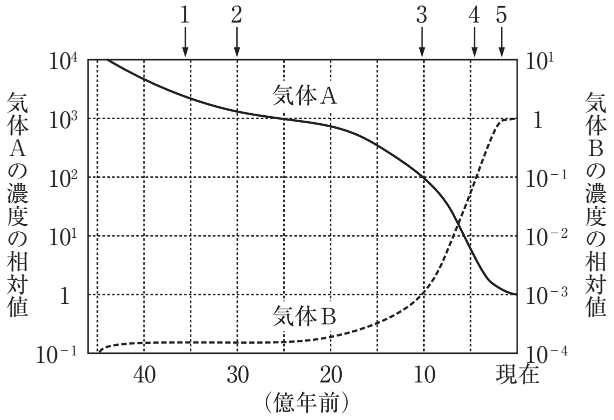


図１

問１　空欄［ 1 ］～［ 4 ］にあてはまる語を記せ。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問2　下線部(a)について関係の深い科学者を人名群から1名，また，その科学者に関係する語を語群から2つ選び，それぞれ記号で答えよ。

〔人名群〕

ア．パスツール　　イ．ビードル

ウ．ミラー　　エ．ワトソン

〔語　群〕

ア．放電　　イ．DNA

ウ．水素・水蒸気・メタン・アンモニア

エ．白鳥の首フラスコ　　オ．ストロマトライト

カ．コアセルベート

問3　生物が下線部(b)の過程で獲得した代謝系に類似したものは，下記のア～エに示すように，現在の生物にも見られる。ア～エを，それらに対応した代謝系が獲得された順に，年代の古いものから記せ。

ア．$6CO_2 + 12H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$

イ．$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O$

ウ．$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

エ．$6CO_2 + 12H_2S \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$

問4　下線部(c)について，問3に示した反応式アおよびイに関係の深い細胞小器官の名称をそれぞれ記せ。

問5　下線部(d)について，以下の(1)～(3)に答えよ。

(1)　図1に示された2種類の気体のうち1種類は，陸上に生物が生息できるようになった理由に深く関係している。その気体をAあるいはBの記号で答えよ。また，その気体の名称を記せ。

(2)　(1)で答えた気体の濃度変化が，陸上における生物の生息を可能にした理由を，50字以内で記せ。

(3)　陸上植物が現れた時点を，図1中の矢印から選び，数字で記せ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　確認テスト

生命の誕生は，(ア)原始海洋中に蓄積した物質に由来すると考えられている。地球上で最初に出現した生物は嫌気呼吸をおこなう原核生物であった。この原核生物の中から光合成をおこなう独立栄養生物である（　イ　）が出現して大増殖し，大量の（　ウ　）を放出した結果，海洋中の（　ウ　）濃度が高くなり，好気呼吸をおこなう従属栄養生物が出現した。その後，(エ)細胞小器官をもつ真核生物が出現し，その一部は多細胞化した。大気中の（　ウ　）の増加に伴い，上空に（　オ　）層が形成されたことで，生物に有害な（　カ　）がさえぎられて(キ)生物の陸上進出が可能となった。

問１　下線部(ア)に関するミラーの実験で用いられた混合気体の成分として最も適当なものを選びなさい。

Ａ．CH_4・CO_2・O_2・H_2O　　Ｂ．NH_3・CO_2・CH_4・H_2
Ｃ．NH_3・H_2・CO_2・O_2　　Ｄ．NH_3・CH_4・H_2O・H_2
Ｅ．CO_2・H_2・O_2・CH_4　　Ｆ．H_2O・NH_3・H_2・CO_2
Ｇ．CH_4・NH_3・O_2・H_2O　　Ｈ．CO_2・H_2O・NH_3・O_2

問２　（　イ　）・（　ウ　）に入る語の組み合わせで最も適当なものを選びなさい。ただし，選択肢の語はイ・ウの順に示してある。

Ａ．コアセルベート・CO_2　　Ｂ．ミトコンドリア・H_2
Ｃ．ミドリムシ・O_2　　Ｄ．緑藻類・O_2
Ｅ．ラン藻類・CO_2　　Ｆ．ミトコンドリア・O_2
Ｇ．ミドリムシ・CO_2　　Ｈ．ラン藻類・O_2
Ｉ．緑藻類・H_2　　Ｊ．コアセルベート・H_2

問３　下線部(エ)の真核生物におけるいくつかの細胞小器官は，原核生物の細胞内共生によりできたと考えられている。ミトコンドリアの祖先として考えられている生物として最も適当なものを選びなさい。

Ａ．好気性細菌　　Ｂ．嫌気性細菌
Ｃ．ラン藻類　　Ｄ．緑藻類
Ｅ．アメーバ状べん毛虫　　Ｆ．ミドリムシ
Ｇ．ケイ藻類　　Ｈ．ストロマトライト
Ｉ．コアセルベート

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　（　オ　）・（　カ　）に入る語の組み合わせで最も適当なものを選びなさい。ただし，選択肢の語はオ・カの順に示してある。

Ａ．フロン・赤外線　　Ｂ．水蒸気・遠赤外線
Ｃ．フロン・紫外線　　Ｄ．オゾン・遠赤外線
Ｅ．オゾン・紫外線　　Ｆ．水蒸気・紫外線
Ｇ．フロン・遠赤外線　　Ｈ．水蒸気・赤外線
Ｉ．オゾン・赤外線

問５　下線部㈔の完全な陸上生活ができるようになった「は虫類」で初めて形成された器官で最も適当なものを選びなさい。

Ａ．羊　膜　　Ｂ．骨格を持つひれ
Ｃ．原始的肺　　Ｄ．卵　　Ｅ．顎

問６　地球の誕生から現代までを１年に換算し，その間の生物の変遷をたどる試みがしばしばなされている。地球の誕生から現代までを46億年，１年を365日とし，ある人の寿命を73歳と仮定したとき，この人が地球上に存在する時間はおよそ何秒に換算されるか，最も適当なものを選びなさい。

Ａ．0.5秒　　Ｂ．5.0秒　　Ｃ．50秒　　Ｄ．500秒　　Ｅ．5000秒

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第45講　進化

■**進化**　…　生物の形質が世代を経るなかで変化していく現象
　　　　　　生物集団の遺伝的組成が変化していく現象

◆進化の証拠

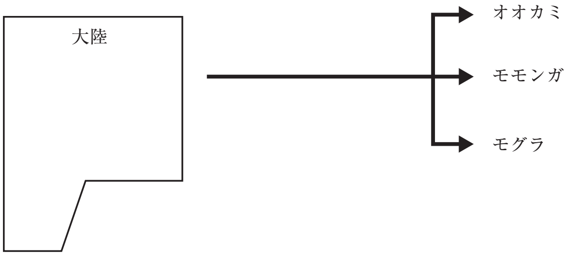
・化石的証拠
　時系列変化　…　ウマの指
　中間形化石　…　始祖鳥

・現存する器官の比較
　相同器官　…　現在の形態や機能は異なるが，起源が同じ器官
　　ex　脊椎動物の前肢

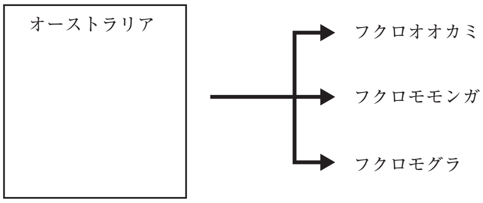
　相似器官　…　進化的な起源は異なるが，現在の外見や機能が類似する器官
　　ex　ジャガイモとサツマイモ　　バラのとげとサボテンのとげ

　痕跡器官　…　退化して機能を失った器官　ex　ヒトの尾骨，虫垂，動耳筋
　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　クジラの後肢の骨

・地理的分布　　ex　オーストラリアの有袋類の進化



適応放散
共通祖先が様々な環境に適応することで，多様に種分化すること



収束進化(収れん)
系統の異なる生物が，共通の環境に適応することで，形態的類似性を示すこと

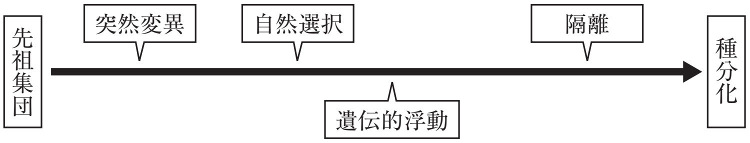
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■進化の仕組み

…　ある地域に生息する同種の集団がもつ遺伝子の全体を遺伝子プールという。

突然変異によって遺伝子プールに供給された遺伝子の頻度は，自然選択や遺伝的浮動によって変化する。

・進化のしくみ



◆自然選択　…　より環境に適した個体の遺伝子が，集団中に広まっていく。（適応進化）

以下の3つの条件が成立すれば，自然選択による進化は必然的に起こる。

①集団内に変異が見られる。

②変異に応じて生存率や繁殖率に違いがある。

③変異が遺伝する。

ex　オオシモフリエダシャクの工業暗化

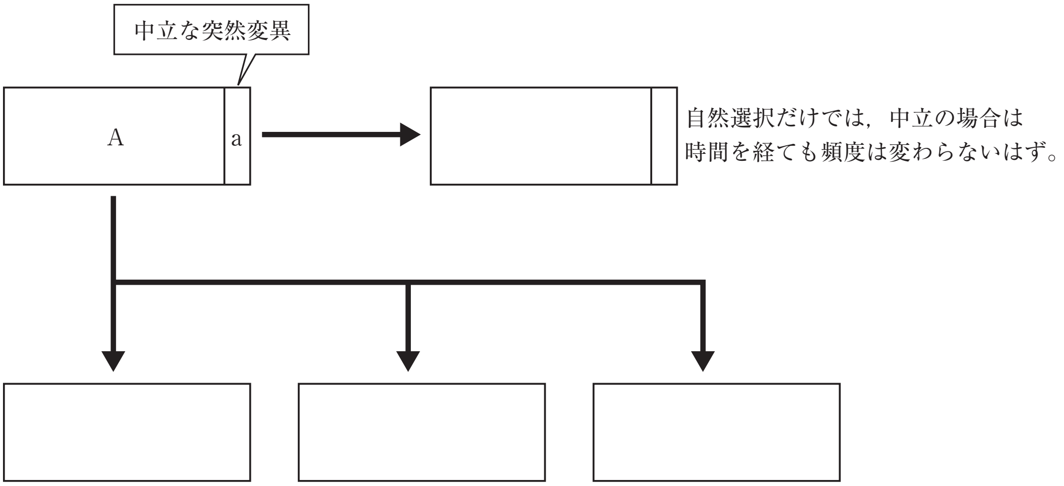
田園地帯　…　灰白色の樹木の上で目立たない明色型が多い。

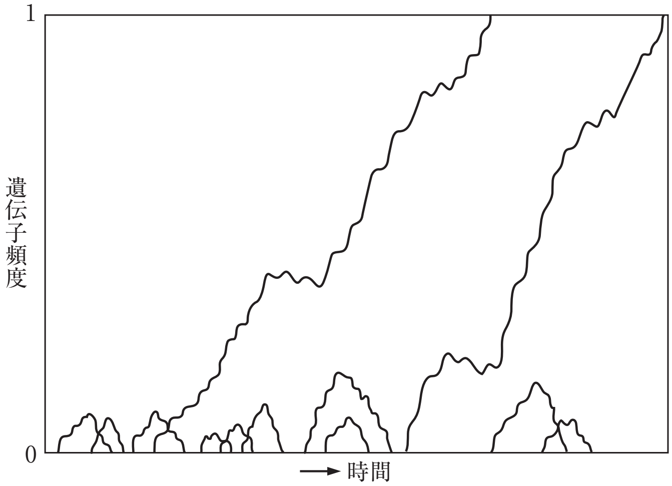
工業地帯　…　大気汚染で汚れて暗色となった樹皮の上で目立たない暗色型が多い。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆遺伝的浮動　…　分子レベルの変異の多くは中立であり，偶然の作用によっても集団中の遺伝子頻度は変化していく。（中立進化）　　ex びん首効果





◆隔離

・地理的隔離　…　地理的に切り離されることで，２集団間の往来がなくなること。

・生殖的隔離　…　生殖行動や生殖シグナルの変化によって，２集団間で交配ができなくなること。

生殖的隔離が完全に成立することで両種は別種となり，種分化が起きたことになる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第45講　演習問題

Ⅰ

ダーウィンはビーグル号に乗って世界各地を旅し，その途中に立ち寄ったガラパゴス諸島で，フィンチ類のくちばしの形態が島ごとに異なることに気づいた。これが，のちにa自然選択説を思いつくきっかけの１つであったといわれる。b南アメリカ大陸からわたってきた祖先が，環境の異なる島々にすみつき，自然選択によってそれぞれの島の食物に適したくちばしの形態をもったフィンチ類に分化したと考えられている。cその後，別々の島のフィンチ類が出会っても交雑することがなければ，それぞれは別の種として存続する。これが，多様な環境に適した形態や生態をもった多数の種に分化する過程の１つである。この過程を［（ア）］という。

ガラパゴス諸島のフィンチ類の寿命は３年から４年で，おもに年１回繁殖し，２羽から３羽の子を残す。くちばしの大きさは遺伝し，くちばしが大きいと大きい種子を，小さいと小さい種子を効率よく食べることができる。

図１は，くちばしの大きさの異なる種１～３の３種類が繁殖している島Ａと，種子の大きさや密度の条件は似ているが，これら３種のうちでは種２しか繁殖していなかった島Ｂとの間で，それぞれの種のくちばしの大きさを1973年以前に採取された博物館の標本などを用いて比べた結果を示している。その後の，島Ｂにおける種２のくちばしの大きさの指標（その値はくちばしの長さや太さに比例する）の平均値の年変化が，図２に示されている。島Ｂでは1977年（矢印㋐）に干ばつが起きて種子の量が極度に減少したが，翌年には回復した。また，1982年（矢印㋑）には，種３が島Ｂでも繁殖し始めた。

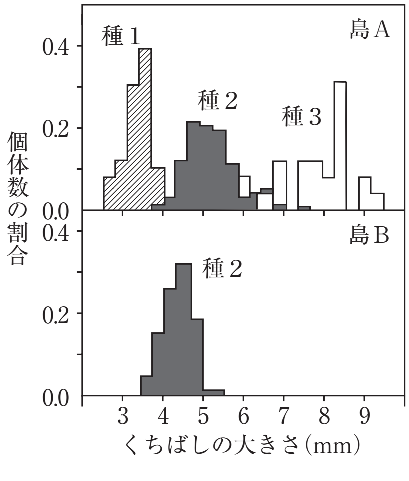


図１

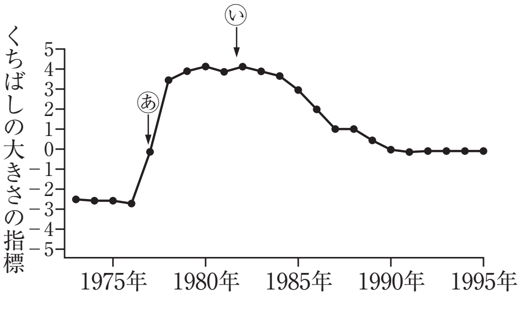


図２

Ⅱ

DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化は，表現型の変化に反映しないことが多い。そのため，これらの変化は多くの場合，自然選択の上で有利でも不利でもないとする［（イ）］説が，木村資生によって提唱された。このように，表現型の変化にあらわれない

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

DNAの塩基配列の違いや，自然選択を強く受けない遺伝子がある。これらの頻度は偶然によって集団中で変動することがある。これが［(ウ)］と呼ばれるもう１つの進化メカニズムである。このメカニズムは集団の大きさが［(エ)］場合に強く働く。

問１　文中の［(ア)］～［(エ)］に適当な語句を入れよ。なお，［(ア)］，［(イ)］，［(ウ)］は漢字で記せ。

問２　下線部ａの自然選択説は複数の要素から成り立っている。その１つは，「生物はたくさんの子を産むが，子の形質にはばらつきがある」ことで，もう１つは，「形質は次の世代に伝えられる」ことである。その他の要素を35字以内で記せ。

問３　下線部ｂと下線部ｃにあてはまる，種分化を起こす隔離機構をそれぞれ漢字で記せ。

問４　図２をみると，1977年（矢印㋐）の前後でくちばしの大きさに変化が起きている。1976年から1981年の出来事に関する以下の①～⑤の記述のなかで**不適切なもの**を，すべて選び番号で答えよ。

① 1977年には，種子の量が減ったため，大きな種子しか利用できず，かなりの個体が死亡したので，個体数が減少した。

② 1977年には，大きな種子を食べざるをえなかったので，おのおのの個体のくちばしが発達して大きくなった。

③ 1977年の前後で，くちばしの大きさを決める遺伝子の頻度に変化があり，この間に小進化が起こった。

④ 1978年から1981年までくちばしが大きいままであった。これはくちばしの大きな親がより多くの子を残したためである。

⑤ 1981年にはくちばしは平均的に大きかったが，その個体間のばらつきは，環境変異のために，1976年のくちばしの大きさのばらつきと同程度であった。

問５　図２に示した，1977年（矢印㋐）の前後，および1982年（矢印㋑）以降の種２のくちばしの大きさの変化から類推し，図１のように，島Ａにおいて種２のくちばしの大きさが島Ｂより大きかった理由として適切なものを，次の①～④から１つ選び，番号で答えよ。

① 種３との食物をめぐる競争に勝つため。

② 種１との食物をめぐる競争をさけるため。

③ 種３との交雑が頻繁であったから。

④ 島Ａでは大きな種子がたくさんあったから。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第45講　確認テスト

生物の進化のしくみに関する文章（A・B）を読み，以下の問いに答えよ。

A

≪学説１≫

生物は本来多産であり，生まれてくる子はいろいろな変異をもっている。彼らが限られた食物などの厳しい環境・生活条件にさらされると，個体間の生存競争がおこり，より環境に適した形質をもつ個体が生き残り，繁殖の際に優位に立つ。この(a)自然選択が代々重なった結果として，生物は進化し，環境により適応した形質を獲得するようになる。

≪学説２≫

DNAの複製の誤りによる塩基配列の変化や染色体の形や数の変化など，いわゆる(b)突然変異によって遺伝情報が変化することがある。この突然変異の多くは，生物の生存に不利であるが，まれに有利なものもあり，それが生物の進化の要因になる。

問１　下線部(a)の例としてあてはまるものを，次の①～④の中からすべて選びなさい。

①　動物飼育室で捕獲されたハエの集団を検査してみると，DDTなどの殺虫剤に耐性をもっている個体が混じっていた。

②　ガラパゴス諸島のフィンチ（鳥のヒワの一種）は，島によってそのくちばしの形が違っている。

③　犬にはシェパード，チワワ，柴犬など数多くの品種があり，国際畜犬連盟では331種を正式な品種として公認している。

④　1848年にイギリスのマンチェスターでは，オオシモフリエダシャク（蛾の一種）の暗色型は，集団内の１％のみであったが，その後工業化が進み，樹木の幹がばい煙によって黒ずむと，1898年には暗色型が集団内の99％を占めるようになった。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　下線部(b)に関する次の文章が示すものとして，最も適切なものを，次の①～④の中から選びなさい。

遺伝子の中には，自然選択に対して有利でも不利でもないものもある。例えばＡ遺伝子から突然変異によって生じたＢ遺伝子が，Ａ遺伝子とはアミノ酸配列がわずかに異なる酵素をつくったとしても，酵素活性には影響しないことがある。この場合，どちらの遺伝子とも個体の生存能力には影響しないので，両遺伝子に対して自然選択がはたらかない。このような有利でも不利でもない突然変異遺伝子が集団内における頻度を増やし，その集団内に定着するかどうかは偶然によると考えられる。

① ド・フリース（オランダ）が唱えた環境変異
② 木村資生（日本）が唱えた中立説
③ ハーディ（イギリス）とワインベルグ（ドイツ）が唱えたハーディ・ワインベルグの法則
④ アリストテレス（ギリシャ）が唱えた自然発生説

B

同種の生物集団であっても，いろいろな遺伝子をもった個体が混ざり合っている。集団がもつ遺伝子の全体を［　1　］とよぶ。［　1　］の中に存在している遺伝子の割合が変化する主な要因としては(a)自然選択と［　2　］がある。［　2　］は偶然による変化である。［　2　］の影響が大きいと［　1　］の変化の多くは，生存や繁殖に対して有利にも不利にもならないと考えられる。このような考えを中立説という。生物が小集団に分かれると，集団間の［　1　］の違いが拡大しやすく，進化をより早くおしすすめる要因となる。集団の間で遺伝子の交流ができなくなることを［　3　］という。

問３　文中の［　1　］～［　3　］に当てはまる語句を下の選択肢より選択せよ。

① 突然変異	② 総合説	③ 遺伝子プール	④ 遺伝子型
⑤ 遺伝的浮動	⑥ 小進化	⑦ 隔離	⑧ 中立説

問４　下線部(a)の自然選択の例として，工業暗化とよばれる現象がある。19世紀中ごろのイギリスの工業地帯で，ガの一種であるオオシモフリエダシャクに見られた変化であり，暗色の個体が急速に増加した現象である。この現象の説明として，もっとも適切なものを下の選択肢より選択せよ。

① 大気汚染物質が体内に蓄積したことにより，暗色化が生じた。
② 大気汚染物質によって突然変異が誘発され，暗色化が生じた。
③ 樹木が暗色化し，暗色型のオオシモフリエダシャクが捕食をうけにくくなった。
④ 工業化とオオシモフリエダシャクの色とは関係がなく，偶然の変動であった。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜Note＞

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第46講　ハーディ・ワインベルグの法則，分子時計

■ハーディ・ワインベルグの法則

以下の５つの条件を満たす集団（メンデル集団）において，

- 個体の生存率，繁殖率に差がない
- 自由交配である
- 突然変異が起きない
- 個体の流入出がない
- 集団のサイズが十分に大きい

⇒

①遺伝子頻度と遺伝子型頻度の相互計算が可能。
②世代を経ても遺伝子頻度は変化しない。

あるメンデル集団において，対立遺伝子Aとaの頻度が0.6と0.4であるとき，

遺伝子頻度

A	a
0.6	0.4

⟶

遺伝子型頻度

AA　　Aa　　aa

別のメンデル集団において，表現型［a］の頻度は0.04である時の集団中の遺伝子頻度

遺伝子頻度

A	a

⟵

遺伝子型頻度

AA　　Aa	aa
［A］＝0.96	［a］＝0.04

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ある集団中にはＡとａの２つの対立遺伝子があり，集団中の遺伝子型は AA：Aa：aa＝17：6：2の割合で存在しているとする。この集団ではハーディ・ワインベルグの法則が成り立っているといえるか？

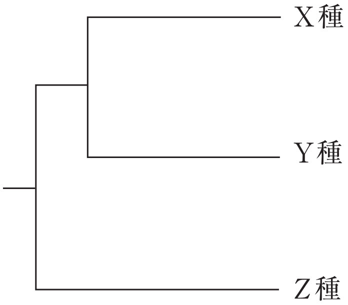
AA		Aa		aa
17	：	6	：	2

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■分子時計

…　DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列が突然変異によって変化していくことを分子進化という。このとき，中立な変異ほど蓄積されやすく，異なる生物種間での配列の変化の度合いをもとに両者の系統関係を把握することができる。

化石などの証拠から，X種とY種が共通祖先から分岐したのが5000万年前であったと推定された。



ある遺伝子において，
XY間の塩基の相違は10個
XZ間の塩基の相違は17個
YZ間の塩基の相違は15個

(1)　1塩基が置換するのに約何年必要か？

(2)　X種とZ種の共通祖先と分岐したのは約何年前か？

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第46講　演習問題

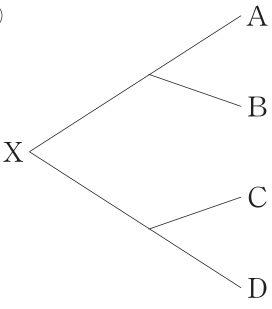
進化の道すじを調べる方法の１つとして, タンパク質分子を用いた系統解析の研究がある。表１は，４種類の生物種A，B，C，Dで共通して存在するタンパク質Pのアミノ酸配列を比較し, それぞれの間で異なっているアミノ酸の数を示したものである。この違いは, A, B, C，Dの共通祖先Xがもっていたタンパク質Pの遺伝子が長い時間を経過する間に変化し，その結果アミノ酸配列にも違いが生じたことを示している。

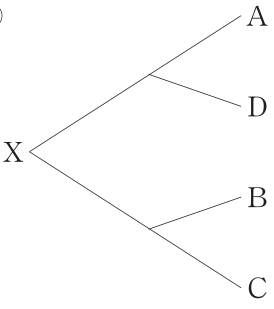
ここで，生物種A，B，C，Dがもつタンパク質Pのアミノ酸数が等しく，同じ場所でのアミノ酸置換は２度おこらないものとする。また共通祖先Xから生物種A，B，C，Dまでの進化的距離は等しく，化石を用いた研究により，生物種Bと生物種Cが今から2.0×10^7年前に分岐したことが分かっているものとする。

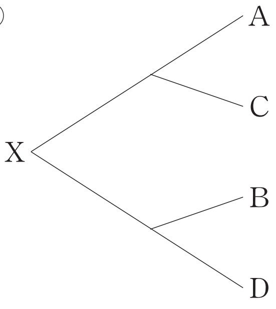
表１　タンパク質Pのアミノ酸配列の違い

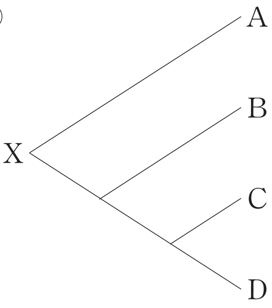
	生物種A	生物種B	生物種C	生物種D
生物種A		38	36	34
生物種B			8	19
生物種C				17
生物種D				

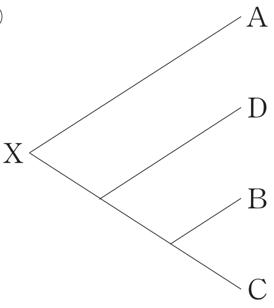
〔1〕　表１から，４種類の生物種A，B，C，Dが共通祖先Xから分岐してきた道すじを示す系統樹として最も適当なものを下の選択肢から選べ。

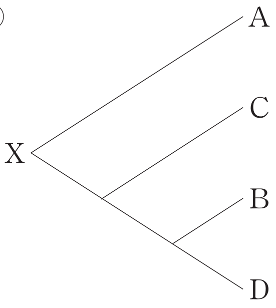
①


②


③


④


⑤


⑥


©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

〔2〕　生物種Ｂと生物種Ｃに関するデータから，このタンパク質Ｐを構成するアミノ酸１つが変化（置換）するのにかかる時間（単位は年）を計算し，２桁の数字と指数で，例えば 2.0×10^7 のように答えよ。

〔3〕　この４種の生物Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄが共通祖先Ｘから分岐したのは今から何年前になるかを計算し，２桁の数字と指数で，例えば 2.0×10^7 のように答えよ。

〔4〕　実際には，進化の過程でおこるアミノ酸の置換速度は，タンパク質またはペプチドの種類によって異なることが知られている。ヒストンとフィブリノペプチド（注：フィブリン前駆体から血液凝固機能をもつフィブリンに成熟する際に切り離されるペプチド）のアミノ酸配列の置換速度に関して，下の記述のうち正しいものを１つ選べ。

①　生物にとって重要な機能をもつタンパク質またはペプチドほどアミノ酸配列の置換速度が速いため，ヒストンの方が速い。
②　生物にとって重要な機能をもつタンパク質またはペプチドほどアミノ酸配列の置換速度が速いため，フィブリノペプチドの方が速い。
③　生物にとって重要な機能をもつタンパク質またはペプチドほどアミノ酸配列の置換速度が遅いため，ヒストンの方が遅い。
④　生物にとって重要な機能をもつタンパク質またはペプチドほどアミノ酸配列の置換速度が遅いため，フィブリノペプチドの方が遅い。

〔5〕　あるヒト集団においてABO式血液型（表現型）を調べたところ，Ａ型が55％，Ｂ型が16％，Ｏ型が９％，AB型が20％であった。このヒト集団ではハーディ・ワインベルグの法則が成り立つものとして，このヒト集団におけるＡ型遺伝子，Ｂ型遺伝子，Ｏ型遺伝子の頻度を求め，それぞれもっとも簡単な分数にして答えよ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第46講　確認テスト

Ⅰ

ハーディー・ワインベルグの法則が成り立っている100人のヒト集団について，ABO式血液型を2種類の血清（A型血清とB型血清）を用いて調べた。A型血清で凝集反応を示す人が36人，B型血清で凝集反応を示す人が51人，どちらの血清でも凝集反応を示さない人が25人であった。以下の問いに答えよ。

問１　各血液型の人数を求めよ。

A型の人数

① 12　② 24　③ 25　④ 36　⑤ 39　⑥ 51

B型の人数

① 12　② 24　③ 25　④ 36　⑤ 39　⑥ 51

AB型の人数

① 12　② 24　③ 25　④ 36　⑤ 39　⑥ 51

O型の人数

① 12　② 24　③ 25　④ 36　⑤ 39　⑥ 51

問２　ABO式血液型は，それぞれの血液型に対応している１遺伝子座の3対立遺伝子A，B，Oによって上記４種類の血液型が決められているとする。上の文章にある集団における，各対立遺伝子の頻度［%］を求めよ。

*A*の頻度

① 10　② 20　③ 30　④ 40　⑤ 50　⑥ 60

*B*の頻度

① 10　② 20　③ 30　④ 40　⑤ 50　⑥ 60

*O*の頻度

① 10　② 20　③ 30　④ 40　⑤ 50　⑥ 60

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

Ⅱ

DNAの遺伝情報は，RNAに転写され，タンパク質のアミノ酸配列に翻訳される。アミノ酸配列を生物種間で比較すると類縁関係を推測できる。以下の5生物種のヘモグロビンα鎖(141アミノ酸からなる分子)を比較し，2生物種間で異なるアミノ酸の数を表で示した。分子時計(アミノ酸の違い方と分岐してからの年代とには直線的な関係がある)が成り立つ条件のもとで，以下の問いに答えよ。

生物種	ウシ	イヌ	イモリ	コイ
ヒト	17	23	62	68
ウシ		28	63	65
イヌ			65	67
イモリ				74

問3　ヒトとウシがその共通祖先から分岐したのが約8,000万年前と考えられている。ヘモグロビンα鎖のアミノ酸座位1個にアミノ酸置換の起こる率は，1年あたりどの位になるか。

①　1.5×10^{-9}　②　3×10^{-9}　③　5×10^{-9}　④　8×10^{-9}
⑤　1.5×10^{-10}　⑥　3×10^{-10}　⑦　5×10^{-10}　⑧　8×10^{-10}

問4　ヒトとコイが共通の祖先から分岐したのは，今からおよそ何年前になるのか選べ。

①　5,000万年前　②　1億年前　③　3億年前　④　6億年前
⑤　10億年前　⑥　30億年前

問5　ヒトとゴリラのヘモグロビンα鎖は，1個のアミノ酸しか違わない。共通祖先から分岐したのはおよそ何年前になるか選べ。

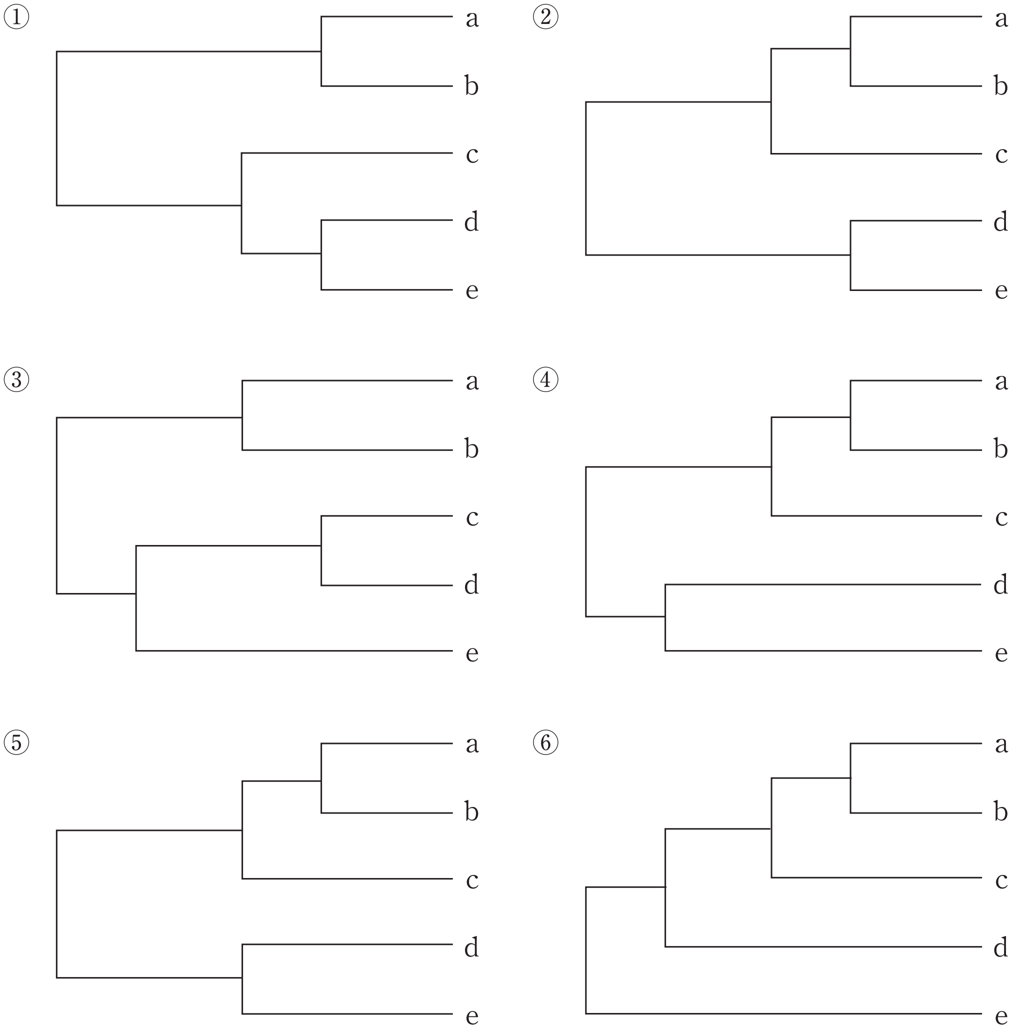
①　200万年　②　500万年　③　800万年　④　1,000万年
⑤　1,500万年　⑥　2,000万年

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問６　a，b，c，d，eの５生物種のある領域の塩基配列の相対的な違い方を下記の表で示した。これら５生物種について，分子時計を基に系統樹を作成した。どの様な形になったか下から選べ。

生物種	a	b	c	d	e
a	0	1	2	4	4
b		0	2	4	4
c			0	4	4
d				0	3



系統樹

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　五界説（原核生物界，原生生物界，植物界）

■生物の分類

◆分類の階級　…　ドメイン　界　門　綱　目　科　属　種

分類上の単位（現在200万以上の種が確認。半分以上を昆虫類が占める。
他の集団から生殖的に隔離されている，相互に交配可能な自然集団

ex　ヒト

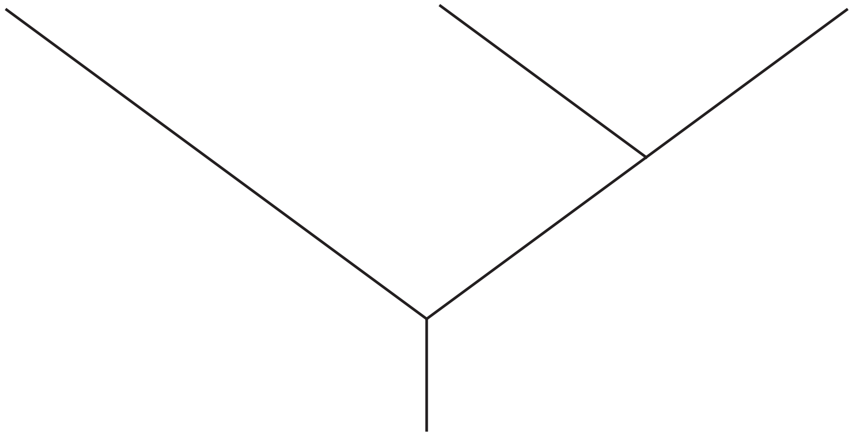
ドメイン　　界　　門

綱　　目　　科　　属

◆学名　…　世界共通の種名　二名法によりラテン語で表現される
リンネにより確立，種名を属名＋種小名（種形容詞）で表記
ex　ヒト　*Homo sapiens Linne*

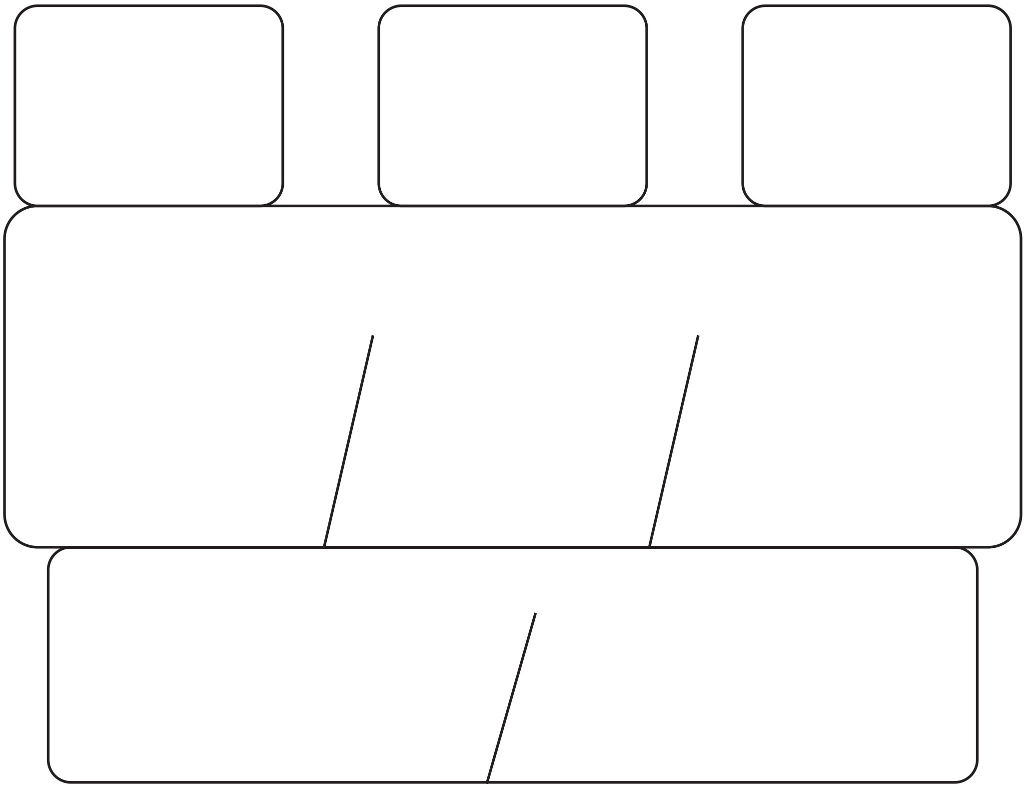
◆ドメイン　…　全生物は，細菌ドメイン，古細菌ドメイン，真核生物ドメインに分けられる。

細菌ドメイン	古細菌ドメイン	真核生物ドメイン
大腸菌	メタン生成菌	原生生物
乳酸菌	超好熱菌	菌，植物
シアノバクテリア	高度好塩菌	動物



ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■**五界説**　…　ホイタッカーにより提唱，マーグリスらにより改良



■**原核生物界**

・細菌　…　菌　ただし，酵母菌，馬鹿苗病菌は真核生物（真菌）

シアノバクテリア…　ネンジュモ，ユレモ，アナベナ

・古細菌　…　メタン生成菌，超好熱菌，高度好塩菌

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■**原生生物**　…　真核生物のうち，単細胞，細胞群体，または体制が単純な多細胞。

藻　類　…　根，茎，葉の区別が不明瞭

緑　藻　…　クロロフィルa,b

ex　アオサ，ミル，カサノリ，アオミドロ，クロレラ，シャジクモ，ミカヅキモ

クラミドモナス　→　ゴニウム　→　パンドリナ　→　ユードリナ

→　ボルボックス

褐　藻　…　クロロフィルa,c　ex　コンブ，ワカメ，ヒジキ，モズク，ホンダワラ

ケイ藻　…　クロロフィルa,c　ex　ツノケイソウ，ハネケイソウ，フナガタケイソウ

紅　藻　…　クロロフィルa，フィコエリトリン

ex　アサクサノリ，トサカノリ，テングサ，カワモズク

粘　菌　…

細胞性粘菌
単細胞体と多細胞体を行き来する
ex　キイロタマホコリカビ

変形菌類
多核体と単核体を行き来する
ex ムラサキホコリ

原生動物　…　単細胞真核生物　鞭毛，繊毛を持ち，運動性が高い。

ex　ゾウリムシ，アメーバ，マラリア原虫，トリパノゾーマ

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■**植物界**　…　真核生物のうちで，体制が複雑。光合成を行い，運動性が乏しい。

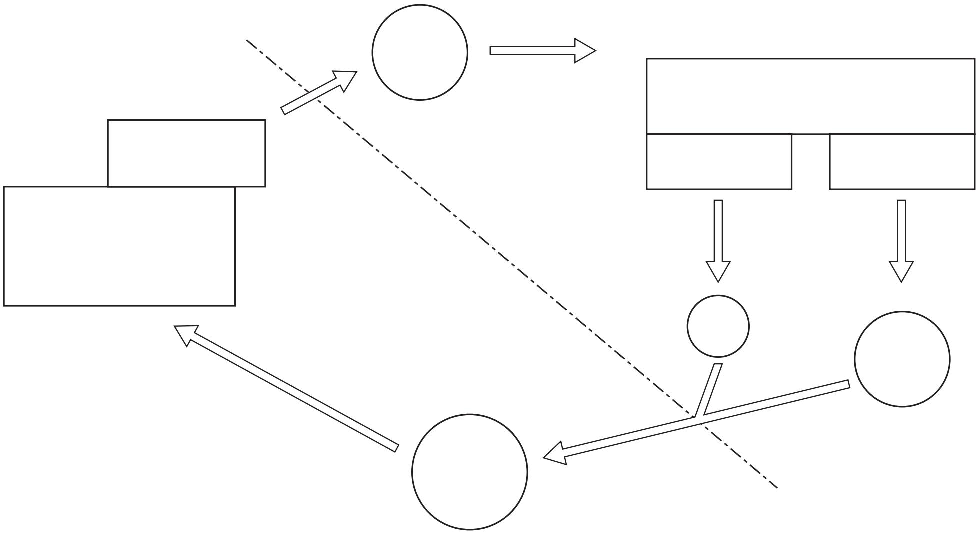
- 種子植物
  - 被子植物
    - 双子葉類
    - 単子葉類……ユリ，アヤメ，ススキ，イネ，サトイモ，ショウガ，ラン，ツユクサ
  - 裸子植物……ソテツ，イチョウ，マツ，スギ，モミ，トウヒ，コメツガ，シラビソ
- シダ植物……シダ，スギナ(ツクシ)，ワラビ，ゼンマイ，マツバラン
- コケ植物……ゼニゴケ，ミズゴケ，スギゴケ，ヒカリゴケ
- 緑藻

◆植物の進化　⟶　乾燥耐性の獲得

・クチクラの発達　　・維管束の獲得　　・種子による生殖

・子房に包まれた胚珠　　・花粉管による雄性配偶子の輸送

◆生活環　…　世代交代を環状に表現　（n 世代と $2n$ 世代）



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　演習問題

生物の分類と系統に関する問い（問1～6）に答えなさい。

問1　種に関して誤りを含む説明はどれか。
a　種は生物を分類する場合の基本単位である。
b　種がまとまってつくる上位の階級は属である。
c　形態が違うことが異なる種であるという決め手となる。
d　同じ場所に生存していても，種は他種と生殖的に隔離されている。
e　リンネは属名と種小名を組み合わせて種を表す二名法を確立した。

問2　生物の分類に関して誤りを含む説明はどれか。
a　原生生物界は単純な体制をもつ真核細胞生物である点で共通するが，多数の異なる系統群の生物を含む。
b　原核生物界（＝モネラ界）には，真正細菌類だけではなく，メタン生成細菌類のような古細菌類も含まれる。
c　ホイタッカーやマーグリスによって提唱された5界説によると，従属栄養の真核生物は動物界として分類される。
d　ヘッケルの3界説による植物界とホイタッカーの5界説による植物界とは同じでなく，菌類の扱いが両者で異なる。
e　生物の系統関係を調べると，真正細菌類，古細菌類，真核生物はそれぞれ独立した分類群（ドメイン）とみなす説が提唱されている。

問3　コケ植物，シダ植物，種子植物の3群の植物について，系統類縁関係に関する正しい記述はどれか。
a　3群に共通祖先種がなく，それぞれが独立した祖先種から分化してきた。
b　3群にとっての共通祖先種から，それぞれの群が独立して分化してきた。
c　3群の共通祖先種からシダ植物と，コケ・種子植物の共通祖先種が分化してきた。
d　3群の共通祖先種からコケ植物と，シダ・種子植物の共通祖先種が分化してきた。
e　3群の共通祖先種から種子植物と，コケ・シダ植物の共通祖先種が分化してきた。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　正しいのはどれか。

(1)　ラン藻類はクロロフィルcを持つ。
(2)　褐藻類はクロロフィルbを持つ。
(3)　緑藻類はクロロフィルbを持つ。
(4)　シダ植物はクロロフィルaを持つ。
(5)　種子植物はクロロフィルaを持つ。

a　(1),(2),(3)　　b　(1),(2),(5)
c　(1),(4),(5)　　d　(2),(3),(4)
e　(3),(4),(5)

問5　原核生物について正しいのはどれか。

(1)　ミトコンドリアを持つ。
(2)　リボソームを持つ。
(3)　環状のDNAを持つ。
(4)　転写されたRNAにスプライシングが起こらない。
(5)　酵母は原核生物である。

a　(1),(2),(3)　　b　(1),(2),(5)
c　(1),(4),(5)　　d　(2),(3),(4)
e　(3),(4),(5)

問6　コケ植物について正しいのはどれか。

(1)　スギゴケの茎葉体には雄株と雌株の区別がある。
(2)　造精器でできた精子は水中を泳いで造卵器に達する。
(3)　配偶体の核相は$2n$である。
(4)　維管束系を持った最初の植物である。
(5)　ゼニゴケは葉状体を作る。

a　(1),(2),(3)　　b　(1),(2),(5)
c　(1),(4),(5)　　d　(2),(3),(4)
e　(3),(4),(5)

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　確認テスト

生物を認識する基本的な単位として，我々は同じような特徴をもった個体の集まりである『種』を用いている。種の基準には多くの考え方があるため画一的な定義は難しいが，現在では互いに交雑して子孫を残せるか否かを基準とする場合が多い。こうした(ア)生殖的隔離に基づく種の概念はアメリカの動物学者であるマイヤー（マイア）によって定義された。現在，地球上ではおよそ（　イ　）種の生存が認識されている。生物の存在を認識して整理する作業，すなわち生物の分類に初めて取り組んだのは，ギリシアの哲学者であるアリストテレスであった。彼は，生物を植物と動物に分け，さらには植物の茎の特徴や動物の生息場所によって分ける分類体系を提唱した。しかし，こうした(ウ)人間にとって分かりやすい形態的要素に基づく主観的な分類は，必ずしも生物の類縁関係を正しく示すものではない。分類の指標となる形態的要素は形質とよばれるが，前述の生殖的隔離に基づく種の概念から考えると，分類においては(エ)生物どうしの類縁関係を反映した形質を選ぶことが重要となる。例えば，植物における花の構造は生殖に直接関わる形質であり，近縁であるほど似通っている可能性が高いため，有効な指標といえる。

分類された種には名前が与えられるが，当初は種の名前として慣用名が用いられており，違った生物に同じ名前が使われたり，同じ生物に異なった名前が付けられたりして分類は大きく混乱していた。また，18世紀になって博物学が盛んになると新種の発見が相次ぎ，アリストテレスの体系では分類できない種も多く見つかった。そこで，スウェーデンの博物学者である（　オ　）は自身の著書「自然の体系」の中で生物の体系化を試みた。まず，似たような特徴をもつ種を集めて『属』という上位の階級を作り，その(カ)属名と種小名を組み合わせることで１つの種の名前を表す方法を採用した。こうして与えられた種の名前は学名と呼ばれ，必ず属名が付けられることから，種の特徴や近縁な種を容易に知ることができ，非常に便利で優れた名前として広く用いられるようになった。現在では，その運用方法は国際規約によって定められている。さらに，似た特徴をもつ属が集められて『科』という上位の階級が作られ，科の上位には『（　キ　）』が，その上位には『（　ク　）』，『門』，『界』という階級が順次設けられており，階層的に整理されている。この分類に従うと，ヒトは動物界の脊椎動物門に属しているヒト科の*Homo sapiens*という種として認識することができる。

節足動物門は，動物界に属する種のおよそ７割を占める巨大なグループである。このグループには甲殻類や昆虫類が含まれており，共通の特徴としては（　ケ　）ことがあげられる。

問１　下線部(ア)の概念を別に何とよぶか，最も適切なものを選びなさい。

A　生態学的種概念　　B　生物学的種概念　　C　地理的種概念
D　形態的種概念　　E　選択的種概念　　F　古典的種概念

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問２　空欄（　イ　）に最も適切な数字を選びなさい。

A　1,800　B　18,000　C　180,000　D　1,800,000
E　18,000,000　F　180,000,000　G　1,800,000,000

問３　下線部(ウ)，(エ)の説明として最も適切な組み合わせを選びなさい。ただし選択肢の語はウ・エの順に示してある。

A　人為分類・形質の収れん　B　自然分類・形質の収れん
C　人為分類・形質の適応放散　D　自然分類・形質の適応放散
E　人為分類・形質の重みづけ　F　自然分類・形質の重みづけ

問４　空欄（　オ　）に最も適切な人名を選びなさい。

A　ミラー　B　ダーウィン　C　ウォレス
D　ヘッケル　E　リンネ　F　ニップリング
G　カーソン　H　ウェゲナー

問５　下線部(カ)で属名と種小名に用いられる言語として最も適切なものを選びなさい。

A　英　語　B　スウェーデン語　C　フランス語
D　ラテン語　E　ギリシア語　F　ウルドゥー語
G　スワヒリ語　H　ドイツ語

問６　下線部(カ)の命名法の名称として最も適切なものを選びなさい。

A　二段法　B　二階法　C　二界法　D　二連法　E　二重法
F　二名法　G　二命法　H　二合法

問７　空欄（　キ　），（　ク　）に入る語の組み合わせとして最も適切なものを選びなさい。ただし，選択肢の語はキ・クの順に示してある。

A　目・綱　B　綱・目　C　目・項　D　項・目　E　亜・綱
F　綱・亜　G　亜・項　H　項・亜

問８　空欄（　ケ　）の節足動物の特徴として**適切でない**ものを選びなさい。

A　体節構造をもつ　B　キチン質の外骨格をもつ
C　成長にともなって脱皮する　D　中胚葉をもたない
E　脊椎をもたない　F　旧口動物である

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第48講　五界説（菌界，動物界）

■**菌**　…　真核生物のうちで，体外で有機物を分解して細胞内に吸収する従属栄養生物，運動性のない多細胞生物

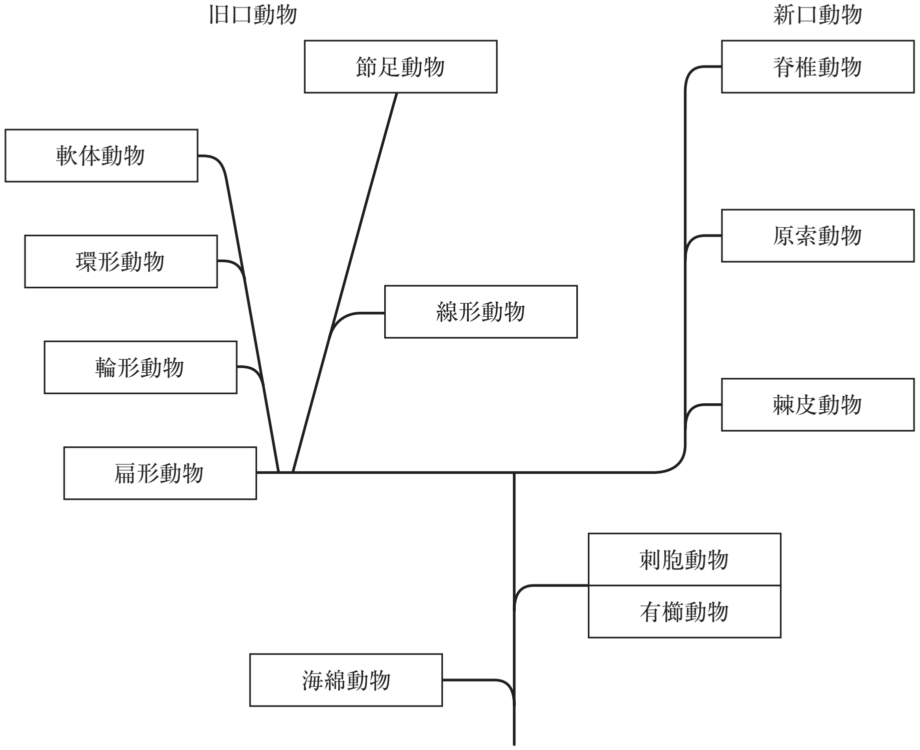
◆子のう菌類　…　子のう内で減数分裂
ex　アカパンカビ，出芽酵母，アオカビ

◆担子菌類　…　担子器にて減数分裂
ex　シイタケ，シメジ

◆接合菌類　ex　ケカビ，クモノスカビ

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■動物　…　真核生物のうちで，他の生物やその生産物を食べる従属栄養生物，運動性のある多細胞生物



海綿動物　カイロウドウケツ，カイメン
刺胞動物　ヒドラ，イソギンチャク　クラゲ　サンゴ
有櫛動物　クシクラゲ
棘皮動物　ヒトデ，ナマコ，ウニ
原索動物　ナメクジウオ，ホヤ
脊椎動物　哺乳綱，鳥綱，爬虫綱，両生綱，
　　　　　魚綱（硬骨魚，軟骨魚，無顎類）
扁形動物　プラナリア，サナダムシ
輪形動物　ワムシ
環形動物　ゴカイ，ミミズ，ヒル
軟体動物　サザエ，カタツムリ，ナメクジ，タコ，イカ
線形動物　センチュウ，カイチュウ
節足動物　昆虫綱（双翅目　ハエ・カ）
　　　　　甲殻綱，クモ綱，多足綱

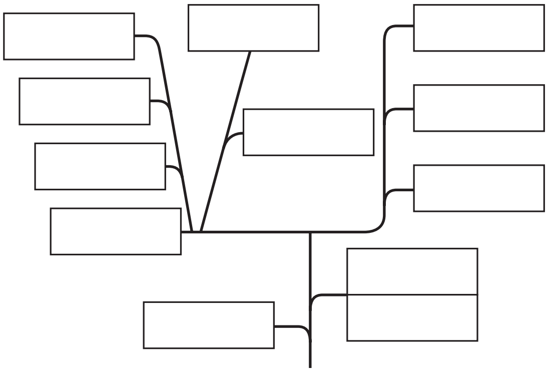
©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

◆胚葉の進化

・無胚葉

・二胚葉

・三胚葉



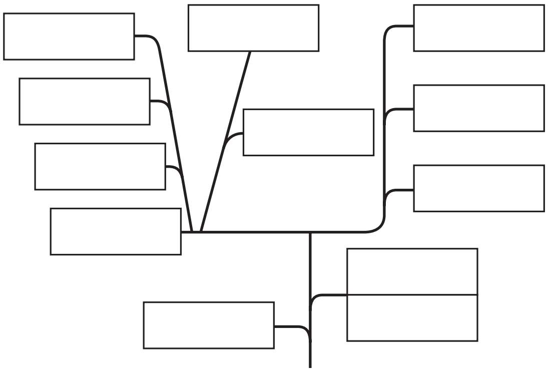
◆体腔

・原体腔

　無体腔

　偽体腔

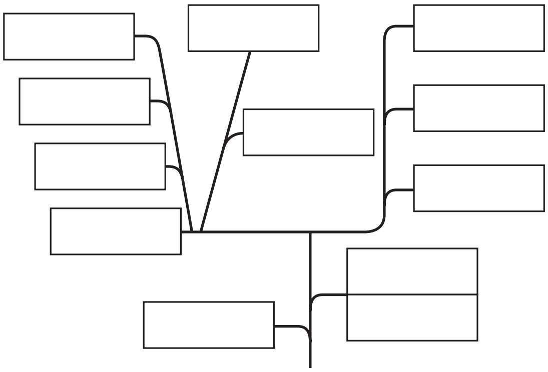
・真体腔



◆対称面

・放射相称

・左右相称



ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

■脊椎動物　…　脊椎骨に守られた神経管の先端に発達した脳をもつ。

<table>
<tr><th></th><th>軟骨魚</th><th>硬骨魚</th><th>両生綱</th><th>爬虫綱</th><th>鳥綱</th><th>哺乳綱</th></tr>
<tr><td>心臓</td><td colspan="2">１心房１心室</td><td colspan="2">２心房１心室</td><td colspan="2">２心房２心室</td></tr>
<tr><td>体温</td><td colspan="4">変温動物</td><td colspan="2">恒温動物</td></tr>
<tr><td>N排出</td><td>尿素</td><td>NH_3</td><td>NH_3→尿素</td><td colspan="2">尿酸</td><td>尿素</td></tr>
<tr><td>生殖</td><td colspan="5">卵生</td><td>胎生</td></tr>
</table>

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第48講　演習問題

以下の(ア)～(コ)に挙げたそれぞれ５つの生物の組み合わせの中に，系統分類上，他と異なる生物が１つ含まれている。その生物名を解答欄に記入せよ。また，その生物の分類群名(A)および残りの生物が属する分類群名(B)を，以下の語群から選べ。ただし，同じ番号は１回しか使えないものとする。

(ア)　大腸菌　酵母菌　乳酸菌　硫黄細菌　亜硝酸菌

(イ)　アオカビ　コウジカビ　シイタケ　タマホコリカビ　アカパンカビ

(ウ)　ホンダワラ　コンブ　ヒジキ　アサクサノリ　ワカメ

(エ)　ワラビ　ゼニゴケ　イチョウ　サクラ　スギナ

(オ)　ブナ　コナラ　クスノキ　マツ　ケヤキ

(カ)　カマキリ　カブトムシ　ゴキブリ　ダンゴムシ　ミツバチ

(キ)　プラナリア　ウミウシ　サザエ　イカ　アサリ

(ク)　ミズクラゲ　サンゴ　イソギンチャク　ナマコ　ヒドラ

(ケ)　ホヤ　サメ　イワシ　タコ　ウニ

(コ)　イモリ　ヤモリ　カメ　ワニ　ヘビ

〔語群〕

1．地衣類	2．原生生物界	3．種子植物	4．褐藻類
5．被子植物	6．コケ植物	7．裸子植物	8．へん形動物
9．節足動物	10．原索動物	11．昆虫類	12．真核生物
13．きょく皮動物	14．シダ植物	15．は虫類	16．刺胞動物
17．新口動物	18．脊つい動物	19．軟体動物	20．緑藻類
21．両生類	22．原核生物	23．無脊つい動物	24．紅藻類
25．ラン藻類	26．菌　界	27．旧口動物	28．甲殻類
29．ほ乳類	30．維管束植物		

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第48講　確認テスト

動物の分類に関する文章を読み，以下の問いに答えなさい

動物には，発生過程において，胚葉が未分化なもの，外胚葉・内胚葉の二胚葉が分化するもの，および外胚葉・中胚葉・内胚葉の三胚葉が分化するものがある。三胚葉性の動物は，原口がそのまま口になる(　ア　)と，原口またはその付近に肛門ができてその反対側に口が形成される(　イ　)に分けられる。(　ア　)には原体腔をもつ扁形動物や袋形動物などと，真体腔をもつ環形動物，軟体動物，節足動物などがいる。

問１　(　ア　)と(　イ　)に入る語句の組み合わせとして適切なものを，次の①～⑥の中から１つ選びなさい。

	(　ア　)	(　イ　)
①	原口動物	新口動物
②	原肛動物	新肛動物
③	原口動物	真口動物
④	旧口動物	新口動物
⑤	旧肛動物	新肛動物
⑥	旧口動物	真口動物

問２　扁形動物の組み合わせとして適切なものを，次の①～⑤の中から１つ選びなさい。

①　プラナリア，ワムシ
②　カンテツ，コウガイビル
③　ゾウリムシ，サナダムシ
④　カイチュウ，ゴカイ
⑤　ギョウチュウ，クラゲ

問３　環形動物についての記述として適切なものを，次の①～⑤の中から１つ選びなさい。

①　体は外とう膜でおおわれる。
②　体はキチン質の外骨格でおおわれる。
③　脱皮して成長する。
④　多数の体節が前後につらなる左右対称の細長い体をもつ。
⑤　脊索が細長い体の背側を前後につらぬく。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　節足動物に関する記述として適切なものを，次の①～⑤の中から１つ選びなさい。

①　種の数が多く，動物の種の約３割が節足動物である。

②　体は扁平で体腔はない。

③　バッタやハエは甲殻類である。

④　動物に寄生して害を与えるものがいる。

⑤　排泄器として，ほのお細胞という特殊な細胞をもつ。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

テキスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　演習問題

問１　トランスジェニック生物
問２　制限酵素
問３　(ロ)
問４　(ニ)
問５　(ニ)
問６　25［％］

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　演習問題

問１　⑧
問２　③
問３　③
問４　②

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　演習問題

(1)　ア　①　　イ　②　　ウ　④　　エ　③
　　オ　⑤　　カ　⑥　　キ　⑧　　ク　⑧

(2)　明帯　⑤　　暗帯　④　　サルコメア　⑥　　Z膜　①
　　アクチンフィラメント　②　　ミオシンフィラメント　③

(3)　①　単収縮　　②　不完全強縮　　③　(完全)強縮

(4)　サルコメアの長さ　3.0[μm]
　　明帯の長さ　1.0[μm]
　　暗帯の長さ　1.7[μm]

(5)　収縮力は生じない。
　　理由…アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの重なりがなくなってしまったため。

(6)　クレアチンリン酸

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　演習問題

問１　１　[5]　２　[2]　３　[c]　４　[a]　５　[9]
問２　A　[2]　B　[2]
問３　[2], [3]
問４　[3], [5]
問５　[1], [3]

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　演習問題

問１　⑴　ア　⑤　　イ　②
　　　⑵　a　⑦　　b　⑧　　c　①　　d　②　　e　④
問２　⑦
問３　②
問４　①
問５　④

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第30講　演習問題

問１　④
問２　②
問３　①
問４　③

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第31講　演習問題

問１　C
問２　B
問３　B

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　演習問題

問１　④

問２　⑤

問３　③

問４　②

問５　④

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　演習問題

(1)

1)　1　⑨　2　⑥　3　⑲　4　⑱　5　⑦　6　⑫
　　7　⑧　8　⑬　9　⑤　10　④　11　②　12　⑮

2)　②

(2)

1)　⑩

2)　①，⑤（順不同）

3)　③

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　演習問題

問１	1	③	2	①	3	②	4	⑤		
問２	5	⑧	6	⑦	7	⑥	8	④	9	②
問３	10	①	11	⑪	12	⑧	13	⑥	14	③
問４	1	③	2	②	3	②	4	③		

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　演習問題

問１　⑥

問２　④

問３　⑦

問４　ア　2　　イ　8　　ウ　9　　エ　11　　オ　15

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　演習問題

問１　②
問２　⑦
問３　⑥
問４　①

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第37講　演習問題

問１

問１－１

ア　短日　　イ　長日

ウ　中性　　エ　光周性

問１－２　長時間の連続した暗期が必要である。

問１－３　（次から２つ）　②，⑤，⑧，⑫

問１－４　D

問２

問２－１　光刺激は葉で受容され，花芽形成が起こる。

問２－２　花芽を形成させる物質は葉でつくられ，師管を通じて運ばれる。

問３

問３－１　花芽形成のためには，あらかじめ低温刺激を必要とするから。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第38講　演習問題

問１　ア　種皮　　イ　酸素　　ウ　子葉

問２　休眠

問３

(Ⅰ)　光発芽種子

(Ⅱ)　遠赤色光

(Ⅲ)　発芽が促進された。

性質…波長域ａの光を吸収すると波長域ｂの光を，波長域ｂの光を吸収すると波長域ａの光をよく吸収する構造に変わる。

(Ⅳ)　他の植物がまわりに多い光合成に不適な条件では発芽が抑制され，光合成に適した条件になってから発芽できる。

問４

(Ⅰ)　エ　ジベレリン　　オ　糊粉層

(Ⅱ)　(ａ)

(Ⅲ)　ジベレリンの作用を受けて胚乳のデンプンを分解するためのアミラーゼを合成する。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第39講　演習問題

問１　1）　成長曲線

2）　環境収容力

3）　食物の不足・老廃物の蓄積・感染症のリスク

問２　1）　生存曲線

2）　イ

3）　死亡率

4）　ａ－ア　ｂ－ウ　ｃ－ウ　ｄ－イ　ｅ－ア

問３　ｂ，ｃ

問４　１　Ｂ　２　生産　３　エネルギー

４　CO_2（二酸化炭素）　５　温暖

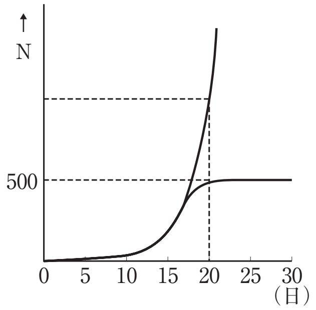
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第40講　演習問題

〔1〕 成長曲線　　〔2〕 個体群密度　　〔3〕 1024

〔4〕 次図　　〔5〕 ①　　〔6〕 密度効果



〔7〕 ①

〔8〕 え　（種間）競争　　か　かくれが

〔9〕 生態的地位［ニッチ］

〔10〕 捕食－被食関係であり，A種絶滅後はエサ不足でDも絶滅した。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第41講　演習問題

問１　ア　一次遷移　　　イ　二次遷移

問２　(A)(B)　地衣類，コケ類(順不同)　　(C)　草原　　(D)　低木林

(E)　陽樹　　(F)　陰樹

問３　極相林

問４　環境形成作用(反作用)

問５　陽樹林が成立し地表に届く光が減少すると，耐陰性が低い陽樹の芽生えは成長できず次第に減少していく。陰樹の芽生えは暗い林床でも生育できるので次第に増えていき，陰樹の森林として安定する。

問６　台風などにより森林の一部が破壊されると地表に光が届くようになり，耐陰性が低い植物が侵入できるようになるため。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第42講　演習問題

Ⅰ.

問１　ある地域の生物群集と無機的環境を合わせた一つのまとまり。

問２　エ

問３　$G_0 + C_0 + D_0$

問４　$G_2 + C_2 + D_2 + R_2$

問５　総生産量

問６　D，F

Ⅱ.

問７　ア，エ

問８　a　ウ　　　b　エ

問９　極相林では幹などの非同化器官の割合が高いので呼吸量が大きくなり，総生産量とほぼ等しくなるから。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第43講　演習問題

問１．Ａ　植物食性（草食）　Ｂ　動物食性（肉食）

問２．ア　窒素固定　イ　根粒菌　ウ　アンモニウムイオン（アンモニア）
エ　アミノ酸

問３．呼吸，⑨，⑩

問４．窒素同化

問５．⑤　脱窒素細菌　⑥　硝酸菌

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　演習問題

問１　１　化学進化　　２　原核生物　　３　真核生物　　４　緑藻

問２　人名　ウ　　語　ア，ウ

問３　ウ→エ→ア→イ

問４　ア　葉緑体　　イ　ミトコンドリア

問５

⑴　B，酸素

⑵　大気中の酸素濃度が増加しオゾン層が形成され，有害な紫外線が吸収され陸上への到達率が低下したから。

⑶　4

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第45講　演習問題

問１　(ア)　適応放散　(イ)　中立　(ウ)　遺伝的浮動　(エ)　小さい
問２　形質のばらつき（変異）に応じて生存率や繁殖率に差が見られる。
問３　b　地理的（隔離）　c　生殖的（隔離）
問４　②，④
問５　②

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第46講　演習問題

問１　〔1〕 ⑤

〔2〕 5.0×10^6 年

〔3〕 9.0×10^7 年前

〔4〕 ③

〔5〕 A $\frac{1}{2}$　B $\frac{1}{5}$　O $\frac{3}{10}$

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　演習問題

問１　c
問２　c
問３　d
問４　e
問５　d
問６　b

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第48講　演習問題

(ア)	酵母菌	(A) 12	(B) 22
(イ)	タマホコリカビ	(A) 2	(B) 26
(ウ)	アサクサノリ	(A) 24	(B) 4
(エ)	ゼニゴケ	(A) 6	(B) 30
(オ)	マツ	(A) 7	(B) 5
(カ)	ダンゴムシ	(A) 28	(B) 11
(キ)	プラナリア	(A) 8	(B) 19
(ク)	ナマコ	(A) 13	(B) 16
(ケ)	タコ	(A) 27	(B) 17
(コ)	イモリ	(A) 21	(B) 15

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

確認テスト解答

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第25講　確認テスト

問１　(ハ)　　問２　(ホ)，２　　問３　(ニ)
問４　(ロ)　　問５　(ハ)　　問６　(イ)

【解説】

問１　哺乳類の性は核に含まれる染色体の構成で決まり，XY型の性決定様式では性染色体としてX染色体を２本持てば雌となり，X染色体とY染色体を持てば雄となる。この実験から生まれる子羊は，その体細胞の核はB品種の乳房の細胞に由来することからX染色体を２本持っているので，B品種の雌となると考えられる。ゆえに，(ハ)が正解となる。

問２　第一極体は減数第一分裂の際に放出されるため，この実験で用いた未受精卵は減数第一分裂を終えた後の二次卵母細胞であると考えられる。体細胞のG_1期の核当たりのDNA量を２とすると，減数分裂直前の一次卵母細胞のDNA量は４，減数第一分裂を終えた二次卵母細胞のDNA量は２であると考えられる。

問３　細胞融合を引き起こす外的な刺激として，ポリエチレングリコールの添加やセンダイウィルスの感染などが挙げられる。 ゆえに，(ニ)が正解となる。(イ)のセルラーゼは細胞壁の主成分であるセルロースを分解する酵素，(ロ)は細胞分裂を促進する効果などを持った植物ホルモン，(ハ)はDNAの特定の塩基配列を認識して切断する酵素である。

問４　クローンとなるのは，一卵性双生児など共通の体細胞に由来する個体同士や出芽や分裂などの無性生殖の結果増えた個体同士などがある。(イ)や(ハ)，(ニ)はこれにあたる。(ロ)の関係は兄弟に相当するもので，同じ両親から生まれた個体と言えども，クローンにはならない。ゆえに，(ロ)が正解となる。

問５　クローン技術を用いると，遺伝的に完全に同一な個体を複数作製することができる。(イ)，(ロ)，(ニ)はクローン動物の作製によって実現できるが，(ハ)の有用な遺伝子変異の作製のためには人為突然変異を誘発せねばならず，また，有用な形質が生じる確率は著しく低い。これはクローン作製技術とは異なるものになる。ゆえに，(ハ)が正解となる。

問６　クローン羊の作製には，完全に分化した乳腺の細胞が用いられている。このことから，分化した細胞であっても，個体のすべての構造を形成するのに必要な遺伝子を保持していることがわかり，(イ)が正しい。(ロ)が正しいとすると，体細胞の核を用いたクローンの作製は不可能である。(ハ)，(ニ)については検証されていないため不適となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第26講　確認テスト

問１　[1] ⑦　[2] ③　[3] ⑥　[4] ⑩　[5] ⑨　[6] ⑤
問２　[7] ③　[8] ①　[9] ⑦　[10] ⑩　[11] ⑤　[12] ⑧
問３　⑥　問４　⑦　問５　⑥

【解説】

問１　眼の構造，各構造の機能は一通り把握しておかなくてはならない。網膜を構成する視細胞には，感度が低いが色の識別に関わる錐体細胞と，感度は高いが色の識別はできない桿体細胞がある。両者の形態的特徴や網膜上の分布などは頻出のテーマなので，合わせて復習しておこう。

問２　耳についても眼と同様に，各構造の名称，各構造の機能については把握しておきたい。特に耳には，聴覚に関わるうずまき管だけでなく，半規管や前庭などの平衡覚に関わる受容器も存在する。音が外耳で受け取られて大脳で聴覚が発生するまでの経路について，回転と体の傾きが半規管と前庭でいかに受容されるのかについて理解を深めておきたい。

問３　眼にて遠近調節を行う場合は，毛様体とチン小帯の連動によって水晶体の厚みが変わる。遠くを見るときは，毛様体が弛緩しチン小帯が緊張することで水晶体が引っぱられて薄くなる。一般的なカメラの場合はレンズとフィルムの距離を変化させることでピントを合わせる。遠近調節の機構は生体の眼とカメラでは異なることに注意しよう。またヒトの眼は可視光しか受容することができないが，他の生物では紫外線や赤外線を受容できる場合もあり，チョウやミツバチなどは紫外線を受容できる。ゆえに，aとcが正しいので，⑥が正解となる。

問４　視細胞が吸収できる光の波長は，視細胞がもつロドプシンなどの視物質(色素タンパク質)の種類によって決まるが，視細胞の感度は細胞内のその視物質の量によって決まる。視物質は光によって分解され，その結果視細胞は興奮するが，分解された視物質が速やかに再合成されることで再びの興奮が可能になる。暗所では色素の合成量が分解量を上回るため，色素が蓄積し，その結果弱光でも受容できるようになる。これを暗順応と呼ぶ。以上よりa，b，cすべて正しい。

問５　受容器は特定の刺激で興奮する感覚細胞を備え，特定の刺激のみを受容できる。その刺激を受容器に対する適刺激と呼ぶ。それは眼では光であり，耳では音や体の回転，傾きとなる。感覚細胞はある一定の閾値以上の強さの適刺激で初めて興奮する。この興奮に必要な刺激の強さの最小値を閾値と呼ぶ。ゆえに，a，cが正しい。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第27講　確認テスト

問１　(イ)　d　(ロ)　h　(ハ)　a　(ニ)　c

問２　d　　問３　b　　問４　b

問５　(i)　1.55［μm］　(ii)　35［cm/秒］

【解説】

問１　嫌気的な条件で筋肉が収縮する場合は，解糖によって生じたエネルギーが筋収縮に用いられ，合わせて生じた乳酸が疲労の原因となる。グリコーゲンはグルコースが多数つながった動物性の多糖類で，主に肝臓に貯蔵されているが，一部筋肉の中にも貯蔵されており，解糖やそれに続く好気呼吸(呼吸)の基質であるグルコースの供給源となる。解糖でも呼吸でも，グルコースは解糖系によってC_3化合物であるピルビン酸に分解され，解糖では脱炭酸反応，還元反応を経て乳酸に，呼吸では脱炭酸反応により活性酢酸(アセチルCoA)へと変化してから，クエン酸回路に入っていく。

問２　筋収縮に用いられるエネルギーは，まずはクレアチンリン酸からADPへのリン酸の転移反応によってATPが再合成されることで供給される。その後，酸素の供給が不十分な状況であれば解糖によるATP供給，酸素が十分に供給される状況になると呼吸によるATP供給へと切り替わっていく。ゆえに，ｄが正しい。

問３　激しい運動によってATPが消費され，それを補うために解糖や呼吸によるATP合成が活発に行われるので，血糖値はまず低下する。その結果，血糖値を下げるホルモンであるインスリンの濃度は低下し，血糖値を上げるホルモンであるグルカゴンの濃度は上昇する。ゆえに，インスリンに対するグルカゴンの比は高くなる。bが正解となる。

問４　運動神経の軸索末端から放出されたアセチルコリンは，筋繊維の細胞膜上の受容体に結合する。その結果，筋繊維の細胞膜が興奮し，その興奮は筋繊維全体に伝わる。筋繊維の細胞膜は陥入し細い管構造(Ｔ管)を細胞内部に広げており，これによって細胞の深部にまで興奮が伝わる。その結果，筋原繊維を取り囲む筋小胞体からCa^{2+}が放出され，筋収縮が起こる。興奮が終わると筋小胞体にCa^{2+}が能動的に再吸収され，筋肉は弛緩する。ゆえに，ｂが正しい。ａ，ｃは，興奮によって起こる筋小胞体でのCa^{2+}の輸送の方向性，ｄは興奮によって筋肉が弛緩するとの記述が不適である。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　(i)　Ｚ膜からアクチンフィラメントの端末までの長さをx[μm]，ミオシンフィラメントの長さをy[μm]とすると，暗帯の長さはミオシンフィラメントの長さとなるのでy[μm]となる。図2aより，明帯はアクチンフィラメントのみで構成される部分なので，$2x-y=0.4$が成り立つ。また図2bより，$2x+y=3.5$となるので，この2つの式から，$y=1.55$[μm]と求めることができる。

(ii)　図2aのサルコメアの長さは，$1.55+0.4=1.95$[μm]であり，図2bよりも，$3.5-1.95=1.55$[μm]だけ短くなっている。弛緩時の長さが24.5[cm]の筋繊維には，図２bの状態のサルコメアが，$\frac{24.5\times10^4}{3.5}=7\times10^4$個並んでいると考えられるので，すべてのサルコメアが図2bから図2aの状態に収縮した場合，筋繊維全体の収縮した長さは，$1.55\times7\times10^4=10.85\times10^4$[$\mu$m]$=10.85$[cm]となる。これが0.31秒で起こっているので，その収縮速度は，$\frac{10.85}{0.31}=35$[cm/秒]となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第28講　確認テスト

問１　[1] e　[2] d　[3] b　[4] e
　　　[5] c　[6] a　[7] b　[8] e

問２　d　　問３　c　　問４　d　　問５　a，c

【解説】

問１　神経系は，脳や脊髄などの中枢神経系とそこから伸びる末梢神経系に大別される。末梢神経はさらに機能に応じて体性神経系と自律神経系，中枢から分枝する場所に応じて脳神経と脊髄神経に分けられる。神経細胞(ニューロン)は，核を含む細胞体，樹状突起，軸索からなり，神経細胞同士が複雑に絡み合うことで神経系が構成されている。刺激を受けていない場合の神経細胞では，軸索内側の電位が軸索外側よりも低くなっており，この電位差は静止電位と呼ばれる。

問２　神経細胞に刺激を与えた場合，その刺激が閾値以下の強さであれば神経細胞は興奮しない。閾値以上の刺激が与えられた場合は，ある一定の大きさの活動電位を生じるが，刺激をそれ以上強くしても発生する興奮の大きさは変わらない。この刺激に対する興奮のあらわれ方を“全か無かの法則”と呼ぶ。ゆえに，dが正解となる。a，b，cは刺激に強さに比例して興奮が大きくなる，という記述が不適となる。

問３　脊椎動物の軸索の多くは髄鞘でおおわれており，有髄神経繊維を構成している。髄鞘はシュワン細胞と呼ばれる細胞が何重にも軸索に巻き付いてできており，神経細胞の一部ではない。ゆえに，cが正解となる。

問４　髄鞘は絶縁性が高く，神経細胞の膜の興奮は髄鞘のすき間であるランビエ絞輪でのみ発生することになる。その結果，興奮はランビエ絞輪間を飛び石状に伝導することになり，この伝導速度は髄鞘を持たない無髄神経繊維の伝導に比べて非常に大きくなる。ゆえに，dが正解となる。

問５　伝導は両方向に伝わる可能性があり，軸索の一部を刺激した場合はその興奮は刺激した部分から両方向に伝わる。生体内では，軸索の途中から興奮が発生する状況が起きないため，軸索上を興奮が一方向に伝わることになる。ゆえに，aは正しい。一方，シナプスにおける伝達は軸索末端側から樹状突起や細胞体側に向けてのみ伝わり，逆には伝わらないため，bは不適となる。伝導速度は，軸索が太いほど，温度が高いほど速くなり，太い坐骨神経の伝導速度は100m/秒以上にもなる。ゆえに，cも正しい。伝達を受け取ったニューロンにおいても全か無かの法則が成り立つため，伝達物質による刺激がそのニューロンの閾値以上であれば，一定の大きさの活動電位が発生することになる。ゆえに，dは不適となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第29講　確認テスト

問１　ア　2　イ　4　ウ　3　エ　14
　　　オ　11　カ　7　キ　12　ク　9
問２　1　　問３　ア　7　イ　6　ウ　5　エ　8
問４　25.0m/秒　　問５　5.1ミリ秒

【解説】

問１　末しょう神経系はその機能に応じて体性神経系と自律神経系に大別される。体性神経系は，受容器からの刺激を脳や脊髄に伝える求心的な感覚神経と，その刺激に対する反応を中枢から効果器に伝える運動神経からなる。脊椎動物の神経繊維は髄鞘をもつ有髄神経繊維と，髄鞘をもたない無髄神経繊維に分けられ，前者は跳躍伝導によって非常に速く興奮を伝えることができる。軸索末端にはアセチルコリンやノルアドレナリンなどの神経伝達物質を含んだシナプス小胞があり，これらの伝達物質がシナプス間隙に放出され，樹状突起側の受容体に結合することで伝達が成立する。筋収縮の単位となる構造はサルコメアと呼ばれ，細いアクチンフィラメントと太いミオシンフィラメントの複合体である。

問２　サルコメアを構成する繊維のうち，太い方はミオシンフィラメントと呼ばれ，ミオシンと呼ばれるATP分解酵素活性をもったタンパク質からなる。

問３　生体内のエネルギー代謝の仲立ちを行うATP（アデノシン三リン酸）は，塩基であるアデニンと五炭糖であるリボースが結合したアデノシンに，リン酸が３つ結合して出来ている。リン酸が２つの場合は，ADP（アデノシン二リン酸），１つの場合はAMP（アデノシン一リン酸）と呼ばれる。

問４　A点を刺激した場合に，筋の収縮が起きるまでの7.5ミリ秒には，6cm分の伝導に要する時間と興奮が神経の末端に達してから実際に筋が収縮するのに要する時間が含まれている。B点を刺激した場合の6.7ミリ秒には，4cm分の伝導に要する時間と興奮が神経の末端に達してから実際に筋が収縮するのに要する時間が含まれている。ゆえに，その両者の差である，$7.5-6.7=0.8$ミリ秒は，2cm分の伝導に要する時間ということになる。以上より，伝導速度を求めると，$\dfrac{2[\text{cm}]}{0.8[\text{ミリ秒}]}=25.0[\text{m/秒}]$となる。

問５　問４より，2cmの伝導に0.8ミリ秒を要することが分かるので，4cm分の伝導には1.6ミリ秒が必要である。B点を刺激した場合の6.7ミリ秒には，4cm分の伝導に要する時間と興奮が神経の末端に達してから実際に筋が収縮するのに要する時間が含まれているので，差し引いて，$6.7-1.6=5.1$ミリ秒が答えとなる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第30講　確認テスト

問１　１　⑤　２　③　３　(1)　④　(2)　⑤　(3)　⑧

問２　１　②，④，⑦　２　(1)　③　(2)　②

問３　１　(1)　⑥　(2)　⑧　(3)　④　(4)　②　(5)　①

(6)　③　(7)　②　(8)　④　(9)　⑤

２　②　３　(1)　⑤　(2)　③　(3)　④　(4)　⑧

【解説】

問１　１，２について，繁殖期のイトヨの雄は腹部が赤くなる婚姻色を示す。これは雄同士の間で攻撃行動を引き起こす鍵刺激となる。３について，繁殖期のイトヨの雌は卵によって腹部が大きくなり，これは雄に繁殖行動を促す鍵刺激となる。雌のふくれた腹部を見た雄は雌の前でジグザクダンスを踊る。そのダンスを見た雌は雄に追従し，雄の巣まで誘導される。巣に入った雌の尾びれの基部を雄がつつくことで，雌の産卵が促される。このように，生得的な行動を引き起こす刺激が連鎖して一連の固定的動作パターンが起こる。

問２　１について，フェロモンとは体外に分泌され，同種の他個体に固有の行動や生理的作用を引き起こす化学物質である。空気中に拡散するので，効果が数週間続くことはない。カイコガでは，雌の腹部先端から分泌された性フェロモンが雄の触角で受容され，雄はわずかなフェロモンの濃度差を区別して雌に向かって飛翔する。ゆえに，②，④，⑦が正解となる。２について，フェロモンにはカイコガの雌の出す性フェロモンの他に，アリの道しるべフェロモンやゴキブリの集合フェロモン，アリマキの警報フェロモンなどがある。(1)集合フェロモンについては③のワモンゴキブリを，(2)の道しるべフェロモンには②のクロアリを選ぶ。

問３　１について，(1)はメダカなどがもつ正の流れ走性で説明できる。(2)はレモンを食べた際の，舌への刺激で起こる延髄による反射である。(3)は梅干しを食べる経験を繰り返すことで形成される条件反応である。梅干しを食べた経験がないと梅干しを見ても唾液は出ない。(4)はガの仲間などがもつ正の光走性で説明される。(5)は卵が分泌する成分に精子が誘引されることによって起こる。ゆえに，正の化学走性によって説明される。(6)について，ゾウリムシは重力に逆らって上方に向かって泳ぐ習性をもっているので，負の重力走性で説明される。(7)はミミズやゴキブリなど明るい場所を嫌う生物がもつ負の光走性である。(8)は習得的な学習によるものである。選択肢の中で学習に相当するのは④，⑤のみであるが，飼い主と生後直後に触れあっている必然はないため⑤の刷り込みは不適となる。ゆえに，④が正しい。一方，(9)は鳥類で見られる刷り込みである。２について，刷り込みは生後に学習した内容が長く記憶として残り，その

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

後の行動に影響を与えることを指す。鳥類の生後に見られる刷り込みは，ふ化の直後ではなく，少し時間が経過してからが最も成立しやすい。ゆえに，②の13〜16時間が妥当となる。３について，⑴のミツバチの８の字ダンスを解明したのは⑤のフリッシュ，⑵のイトヨの生殖行動を解明したのは③のティンバーゲン，⑶のイヌの条件づけを行い，条件反射の実験を行ったのは④のパブロフ，⑷のカモの刷り込みを解明したのは⑧のローレンツとなる。⑴，⑵，⑷のフリッシュ，ティンバーゲン，ローレンツの３人には，動物行動学の発展への寄与により，ノーベル賞が与えられている。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第31講　確認テスト

問１　1　[1] ②　[2] ①　[3] ⑧　[4] ⑦　[5] ④
[6] ③　[7] ⑥　[8] ⑨　[9] ⑤
2　(1) ①　(2) ③
3　②，⑤
問２　1　(1) [10] ⑦　[11] ②　[12] ④　(2) [13] ⑤
2　①，④

【解説】

問１　1　大静脈を通って体循環から戻ってきた血液は，心臓の右心房に入り，右心室を経由して肺動脈を通って肺へ送られる。その後，肺で酸素を受け取った血液は肺静脈を通って心臓の左心房へ入り，左心室から大動脈を通って全身に運ばれる。血液は全身に分布する毛細血管で組織に酸素と栄養を供給し，その後心臓に戻る。

2　心臓の右心房の上部には洞房結節と呼ばれるペースメーカーの役割を行う部分があり，周期的に興奮することで心臓の周期的な拍動を生み出している。興奮は心房から心室へと伝わり，心房と心室が交互に収縮することで正常な循環が生み出されている。

3　血圧が低くなる静脈には，逆流を防ぐための弁がある。またリンパ管は集合して胸管となり，心臓の近くの鎖骨下静脈に合流している。ゆえに，②，⑤が正しい。肺静脈は静脈ではあるが，流れる血液は酸素量の多い動脈血である。管壁は血圧が高い動脈の方が一般的に肉厚であり，血圧の測定は上腕の動脈のものを測定するので，①，③，④は不適である。

問２　1 (1)　肺胞における血液の酸素ヘモグロビンの割合は，図1のCO_2分圧40 mmHgのグラフのO_2分圧100 mmHgの点を読めば良い。95％と読み取れる。また組織を流れる血液の酸素ヘモグロビンの割合も同様にして，40％と読み取れる。

ゆえに，肺胞で酸素を解離した酸素ヘモグロビンの割合は，$\dfrac{95-40}{95}\times 100=57.89\cdots\fallingdotseq 58$％となる。

(2)　100 mLの血液が最大で結合できるO_2量は，$15\times 1.4=21$ mLである。これは酸素ヘモグロビンが100％となった場合に結合しうる最大量であり，実際は肺でもヘモグロビン全体の95％しか酸素と結合せず，40％は組織でも酸素と解離しない。そのため，放出される酸素は全体の55％に過ぎず，その量は，

$21\times\dfrac{55}{100}=11.55\fallingdotseq 11.6$ mL　となる。

2　ヘモグロビンは赤血球に含まれるタンパク質であり，外部条件に応じて酸素との結合と解離を繰り返す。普段は暗赤色であるが，酸素と結合すると鮮紅色を呈し，酸性条件下では酸素を解離しやすくなる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第32講　確認テスト

問１　⑨

問２　⑴　②　　⑵　⑥　　⑶　⑪

問３　③

問４　⑴　356.5mg　　⑵　④

【解説】

問１　ヒトの腎臓は腹腔の背側に左右一対存在し，血液から不要分をこし出し，尿を形成する器官である。大きさはヒトの場合150g程度で，輸尿管を通じてぼうこうにつながっている。腎臓に入った腎動脈は細かく枝分かれして毛細血管となり，その一部で糸球体を形成する。糸球体はボーマンのうに包まれ，ボーマンのうはさらに細尿管，集合管，腎うへと続き，輸尿管へとつながる。ゆえに，ＡとＥが正しい。

問２　ボーマンのうは毛細血管である糸球体を包む構造であるので，Ｂとなる。腎小体(マルピーギ小体)は糸球体とボーマンのうで構成されるため，ＡとＢを合わせた部分となる。ネフロンは腎単位とも呼ばれ，ろ過の場となる腎小体とそれに続き再吸収が行われる細尿管(腎細管)からなる。ゆえに，Ａ，Ｂ，Ｃを合わせた部分となる。

問３　集合管に作用して水の再吸収を促進するホルモンは，脳下垂体後葉から分泌されるバソプレシンである。脳下垂体後葉のホルモンは，間脳視床下部にある神経分泌細胞の細胞体で合成され，軸索を介して脳下垂体後葉まで輸送されてから分泌される。一方，脳下垂体前葉，中葉のホルモンは，間脳視床下部からの放出ホルモンや抑制ホルモンによって分泌が制御されている。バソプレシンによって水の再吸収が促進されるため，尿量は減少し血圧は増加する。ゆえに，正しいのはＣのみである。

問４⑴　表よりイヌリン濃度が120倍になっていることから，原尿は尿の120倍であると考えられる。1分間の尿量が1mLであることから，１分間の原尿量は120mLとなる。ろ過によってナトリウムイオンの濃度は変化しないため，血しょう中の濃度と原尿中の濃度は等しいので，ろ過されたナトリウムイオンは，$3.00 \times 120 = 360$mgとなるが，排出されたナトリウムイオンは，$3.50 \times 1 = 3.5$mgとなる。ゆえに再吸収されたナトリウムイオンは，$360 - 3.5 = 356.5$mgとなる。

⑵　尿中にグルコースが排出されるようになる血しょう中グルコース濃度2.5mg/ml以上の時はグルコースを最大限再吸収していることになる。血しょう中グルコース濃度５mg/mLの時の１分間のグルコースろ過量は，$5 \times 120 = 600$mgであり，排出量は，$300 \times 1 = 300$mgとなる。ゆえに，この場合の再吸収量は，$600 - 300 = 300$mgとなり，これが再吸収量の最大値となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第33講　確認テスト

問１　⑴　ホルモン名：①　働き：エ
⑵　ホルモン名：⑦　働き：ア
⑶　ホルモン名：⑤　働き：キ，ク
⑷　ホルモン名：⑧　働き：ウ，カ

問２　⑴　[1] ①　[2] ③　[3] ⑥　[4] ⑪　[5] ⑦
[6] ⑫　[7] ④　[8] ⑨
⑵　②，③，⑤
⑶　①，④
⑷　ク：①，⑤，⑨　コ：③，④，⑦

【解説】

問１　主たる内分泌腺とそこから分泌されるホルモン，およびその作用については，確実に周知しておく基礎事項となる。テキストで必ず復習しておこう。⑶で示されている気管近くの分泌腺とは，甲状腺と副甲状腺を指す。また⑷で示されている，血液凝固に働く二価の陽イオンとはカルシウムイオンを指す。

問２⑴　アは，解糖系の基質であるとの記述からグルコースであると考えられる。高血糖や低血糖などの血糖値の平常時からのずれは間脳視床下部とすい臓で感知されるが，より上位の中枢は間脳視床下部であることから，[7]が間脳視床下部，低血糖を感知し間脳視床下部からも連絡をうける[3]がすい臓のランゲルハンス島のＡ細胞，高血糖を感知し間脳視床下部からの連絡もうける[5]がすい臓のランゲルハンス島のＢ細胞である。イはすい臓のランゲルハンス島Ａ細胞から分泌されるホルモンなのでグルカゴンであり，それによく似た作用をもつウはアドレナリンである。その効果は肝臓におけるグリコーゲンの分解なので，[1]は肝臓であり，アドレナリンを分泌する[4]は副腎髄質である。また低血糖時には，間脳視床下部からの放出ホルモンによって脳下垂体前葉から副腎皮質刺激ホルモンが分泌され，その結果，副腎皮質から糖質コルチコイドが分泌される。糖質コルチコイドはタンパク質を糖化させることで血糖値が上昇する。ゆえに，[8]は脳下垂体前葉であり，[6]は副腎皮質となり，[2]はインスリンや糖質コルチコイドの作用をうけることになることから，骨格筋であると考えられる。

⑵　インスリンは，肝臓や骨格筋の細胞の糖の取り込みを促進し，グリコーゲンの合成や解糖系による糖の消費を促すことで血糖値を低下させる。

⑶　アドレナリンの受容体は標的細胞の細胞膜上に存在し，受容体にアドレナリンが結合することでシグナルが細胞内に伝わり，細胞膜の内側に結合している酵素が活性化される。

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑷　クは交感神経である。交感神経は脊髄の一部から中枢を出て，すぐに神経節を形成する。また神経伝達物質はノルアドレナリンである。一方，コは副交感神経であり，中脳や延髄，脊髄の一部から中枢を出て，標的器官のすぐ近くで神経節を形成する。また神経伝達物質はアセチルコリンである。少し細かな知識であるが覚えておきたい。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第34講　確認テスト

問１　[1] ⑯　[2] ⑥　[3] ⑱　[4] ⑧
[5] ⑦　[6] ⑤　[7] ⑩　[8] ⑨　[9] ⑪

問２　ア　②　イ　⑧　ウ　⑨　エ　⑫　オ　⑯

問３　①，③　問４　⑨　問５　②

【解説】

問１　ヒトの体内に侵入した抗原は，まずは白血球の一種であるマクロファージや樹状細胞，好中球の非特異的な食作用によって取り込まれ，内部で分解される。さらにＢ細胞やＴ細胞などのリンパ球による特異的な免疫によって，非自己は効率的に排除される。リンパ球によるこの免疫は特に獲得免疫と呼ばれ，体液性免疫と細胞性免疫に分けられる。体液性免疫では，マクロファージが抗原の情報を細胞表面に提示しヘルパーＴ細胞に伝える。このヘルパーＴ細胞から分泌されるインターロイキンの刺激によってＢ細胞が抗体産生細胞に分化し，抗体産生細胞は抗原と特異的に結合する抗体を分泌することで，抗原を不活性化する。

問２　ア．抗体は免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質を主成分としている。イ．あらかじめ弱毒化した抗原を接種することで，病気の予防を行う治療はワクチン療法と呼ばれる。この時に使われる弱毒化した抗原をワクチンと呼ぶ。ウ．大型の動物に抗原を接種しあらかじめ抗体を産生させ，その抗体を含む血清を注射することで症状を緩和させる治療法を血清療法と呼ぶ。エ．細胞の表面には個体固有のタンパク質複合体(MHC)が存在し，その複合体が一致しない場合は移植片に対して拒絶反応が起きる。オ．結核菌の培養液を注射した場合，あらかじめ結核菌の感染を経験していると赤くはれる。これはツベルクリン反応と呼ばれ，この反応を利用して結核菌の感染の有無を確認する。

問３　血液凝固によってできる血餅(かさぶた)のおかげで，外部から血管内に雑菌が侵入するのを防ぐことができる。皮膚の最外層である表皮は扁平な多層上皮で，最外層の角質は死細胞が積み重なっている。角質は常に下側から押し上げられ，少しずつ剥がれ落ちることで表面がクリーンに保たれている。ゆえに，①，③が正しい。②について，角質は死細胞の層なので分泌は行わない。⑤，⑥について，リゾチームは細菌の細胞壁を分解することで，感染を防いでいる。

問４　問１の解説より，Ｃ→Ｅ→Ａ→Ｂ→Ｄまでは判断できる。さらに抗体の定常部にはマクロファージを誘引する効果があるため，抗体と結合した抗原はマクロファージによって効率的に除去される。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問５　１個の抗体産生細胞は特定の抗原に結合する１種類の抗体のみを産生する。多様な抗体は，あらかじめ多様な抗体産生細胞が存在することで産生される。ゆえに，②が不適切な内容となる。①について，抗体は細胞外に分泌されるタンパク質なので，その分泌の経路である粗面小胞体やゴルジ体が発達している。④について，Ｂ細胞の表面にも抗体分子が発現しており，それを利用して抗原を認識している。⑤について，ヘルパーＴ細胞によって活性化されたＢ細胞やＴ細胞の一部は免疫記憶細胞として二次応答のために体内に長く留まる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第35講　確認テスト

問１　[A]　4　[B]　9　[C]　6　[D]　8
問２　4　問３　①　3　②　2
問４　2　問５　5　問６　3

【解説】

問１　血液の液体成分である血しょうには様々なタンパク質が含まれる。血液凝固に関わるプロトロンビンやフィブリノーゲンのほかに，免疫に関わる抗体もタンパク質でできている。血球のなかでも白血球はさらに細かく分類され，食作用と抗原提示を行うマクロファージや樹状細胞とリンパ球に大別される。リンパ球はさらにＢ細胞とＴ細胞に分けられる。Ｔ細胞のなかには獲得免疫全体の統制を行うヘルパーＴ細胞，抗原を直接攻撃するキラーＴ細胞などがある。Ｂ細胞は抗体産生細胞に分化し，抗体の産生を行う。

問２　血液が凝固するためには，血しょうタンパク質のプロトロンビンが活性型のトロンビンに変化しなくてはならないが，この変化には血小板からの血小板因子やCa^{2+}などが必要となる。ゆえに，４が正解となる。

問３　白血球を含むすべての血球は骨髄の造血幹細胞に由来する。Ｂ細胞はそのまま骨髄に留まって分化するのに対して，Ｔ細胞は骨髄から，胸腺に移動してそこで分化する。ゆえに，①は骨髄の３，②は胸腺の２が正解となる。

問４　[C]はＴ細胞である。１はマクロファージ，４は抗体産生細胞のはたらきである。３について，キラーＴ細胞は免疫担当細胞でない抗原とも作用する。５について，Ｔ細胞の表面にもタンパク質からなる抗原受容体が存在するが，この受容体のアミノ酸配列はＴ細胞の種類によって異なる。６について，キラーＴ細胞の一部も免疫記憶細胞として体内に長く留まる。ゆえに，２がヘルパーＴ細胞の働きを説明している。

問５　ヒト免疫不全ウィルス（HIV）はヘルパーＴ細胞に特異的に感染し，その数を減らす。AIDSでは，ヘルパーＴ細胞の減少によって獲得免疫全体が崩壊してしまい，致死的な感染症を引き起こす。ゆえに，５が正解となる。

問６　結核菌に対するツベルクリン反応は，細胞性免疫によって起こる。結核菌の注射を受けた[ア]個体の血液中には，結核菌に対して反応するキラーＴ細胞に由来する免疫記憶細胞が存在する。この記憶細胞の移植を受けた[エ]個体のみ，再びの結核菌の皮下注射に対してツベルクリン反応を示す。ゆえに，[エ]のみの３が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第36講　確認テスト

問１　C
問２　A，C，E
問３　G
問４　A
問５　E
問６　F
問７　G

【解説】

問１　植物が外部からの刺激を受けたときに方向性のある屈曲を示す性質を屈性と呼ぶ。一方，植物が外部からの刺激に対して方向性のない動きを示す性質を傾性と呼ぶ。植物体を暗所で寝かせておいた場合，茎は上方に持ちあがるのに対して，根は下方に屈曲する。重力の刺激源は地球の中心と捉えるので，この場合の茎は重力に対して負の屈性を示すと表現する。ゆえに，Cが正解となる。

問２　Aは芽生えが示す正の光屈性，Cはエンドウの巻きひげが示す正の接触屈性，Eは根が示す正の水分屈性である。

問３　芽生えの屈曲を引き起こしやすい450nmの波長の光は青色を示す。また，レタスは代表的な光発芽種子であり，赤色光で種子の発芽が促進され，近赤外光で発芽が抑制される。ゆえに，Gが正解となる。

問４，問５　茎が示す正の光屈性は，光を当てたときに茎の影側にのみオーキシンが作用し局所的に成長を促進することで起こる。オーキシンは細胞壁を緩めることで吸水を促し，細胞の伸長を引き起こしている。ゆえに，問４はA，問５はEが正しい。

問６　植物ホルモンの一般的な効果については，一通り把握しておきたい。発芽を促進するのはジベレリンの効果であり，それに対して拮抗的に働くのはアブシシン酸となる。ゆえに，正解はFとなる。ジベレリンの他の効果としては，植物体の伸長成長の促進，子房の発達促進などがある。アブシシン酸については，気孔を閉じる効果があることも覚えておきたい。

問７　孔辺細胞は気孔を形成する表皮の細胞である。表皮系に属する細胞は一般的には葉緑体をもたないが，孔辺細胞は葉緑体をもっている。孔辺細胞にアブシシン酸が作用すると，カリウムイオンなどの無機塩類が細胞外に排出され，その結果細胞内の浸透圧が低下する。細胞の浸透圧が低下したことで細胞の吸水力が低下，外液に水を奪われることで膨圧が低下し，気孔が閉じるにいたる。ゆえに，Gが正解となる。蒸散を促進させるときは，孔辺細胞が塩類を吸収することで気孔が開く。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第37講　確認テスト

問１　①　　問２　①　　問３　③　　問４　①　　問５　②

【解説】

問１　実験Ⅰで短日処理によって開花が促進されていることから，実験に用いたシソは短日植物であると判断される。実験に先立って24時間照明下に置くことで短日植物の花芽形成を抑制し，日長条件の変化が短日植物の開花に与える影響を調べることができる。

問２　短日植物では，与えられた連続暗期が一定時間を上回ると花芽形成が促進される。この花芽形成に必要な最低限の暗期の長さを限界暗期という。実験Ⅰでは短日植物であるシソに，連続で16時間の暗期が与えられて開花していることから，シソの限界暗期は16時間以下である。実験Ⅱでは連続で8時間の暗期が与えられて開花していないことから，シソの限界暗期は８時間以上である。以上より，①が正解となる。

問３　一方の枝への短日処理によって両方の枝で開花が見られたことから，開花を促す植物ホルモンは，形成された場所から他の場所へ移動しても作用することがわかる。また，維管束の師部のみを取り除く環状除皮によってその作用が伝わらなくなることから，花芽形成を促進する植物ホルモンは師部を通じて移動すると考えられる。ゆえに，③が正解となる。

問４　アルミホイルで覆うことで連続暗期が確保されるため，アルミホイルで覆うことは部分的な短日処理となる。植物全体の中で茎や枝のみに短日処理をしても開花は見られず，葉のみに短日処理をしても開花が見られたことから，開花を促すホルモンは短日条件を与えられた葉で形成されると考えられる。ゆえに，①が正解となる。

問５　実験Ⅰよりシソは短日植物であることがわかっているため，①は不適となる。実験Ⅵより，一枚の葉に対する短日処理よって植物体全体で開花が見られたことから，②が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第38講　確認テスト

(1)　問１　L　　問２　A
(2)　問３　B　　問４　F　　問５　E

【解説】

(1)

問１　根から植物体内に取り込まれた水は，道管を通じて植物体の隅々まで運ばれる。この水の移動には，葉の気孔を通じて行われる蒸散が重要な役割を果たしている。蒸散によって気孔付近の細胞から水が失われると，付近の細胞の浸透圧が上昇する。その結果，周囲から水が集められるため，水分子の凝集力によって根から茎や葉まで水が一続きとなって吸い上げられる。一部の植物は水孔から排水を行うが，その量は蒸散に比べると非常に少ない。ゆえに，Lが正解となる。

問２　光合成で合成された有機物は師管を通じて植物体全体に運ばれる。光合成で合成された糖によって葉の師管内の浸透圧が上昇し，まわりから水が流れ込む。逆に果実や根では糖が消費されたり，デンプンの合成に利用されることで浸透圧が減少し，水がまわりの組織に流出する。その結果，葉から果実や根に向けた水の流れができる。デンプンはグルコースが多数結合した多糖類であり，浸透圧の上昇には影響しにくい。

(2)

問３　頂芽優勢に関わる代表的な植物ホルモンはオーキシンである。気孔の開閉に関与するのはサイトカイニンとアブシシン酸であり，気孔を閉じる作用をもつのはアブシシン酸である。以上より，アはオーキシン，イはサイトカイニンとなり，Bが正解となる。

問４　水分が不足した葉ではアブシシン酸が合成される。アブシシン酸は孔辺細胞に作用し，塩類の排出を促す。その結果，孔辺細胞は排水，膨圧が低下するため孔辺細胞が扁平になって気孔が閉じる。以上より，Fが正解となる。

問５　植物ホルモンのエチレンやジャスモン酸は気体であり，植物体から放出されて周囲の他個体にも作用する。エチレンは果実の成熟や落葉を促進し，ジャスモン酸は昆虫などから食害を受けることで合成され，食害への抵抗を促す。ゆえに，Eが正解となる。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第39講　確認テスト

問１　(1)　エ　(2)　オ　(3)　カ　(4)　ウ　(5)　ク

問２　㈠　問３　㈦　問４　㈤　問５　㈧

【解説】

問１　自然環境下の生物は，成長の過程において様々な要因によって個体数が減少していくため，その一部しか子を残すことができない。このような自然環境下における生物の平均寿命を生態的寿命という。一方で，飼育環境下のような外的な死亡要因がない条件での平均寿命を生理的寿命という。特定の生物種の生態的寿命を把握するために，各発育段階における生存個体数，死亡個体数，死亡率，死亡要因をまとめた表を生命表といい，これをグラフに表現したものを生存曲線という。生存曲線は大きく晩死型，平均型，早死型の３タイプに分けられ，一度に産む子の数や親による発育期の保護の有無や程度によってどのタイプになるか決まる。

問２　Ａの晩死型を示す生物は，生育段階初期の死亡率が小さいが老齢期の死亡率は高く，生態的寿命と生理的寿命の差が小さいという特徴を示す。これは産子・産卵数が少なく親による保護が手厚いことによる。選択肢のなかでは，㈠が最も妥当な説明となる。㈦と㈦はＣの早死型，㈤や㈧はＢの平均型の特徴となる。

問３　Ａの晩死型は大型哺乳類や猛禽類，社会性昆虫などで見られる。Ｂの平均型は鳥類や爬虫類，小型の哺乳類，ヒドラなどで見られる。Ｃの早死型は多くの無脊椎動物や魚類などで見られる。以上より，㈦が正解となる。

問４　平均寿命とは全個体の生きた時間の平均であるので，全体での延べ生存時間を全体の個体数で割ればよい。表1より，231×0＋144×1＋96×2＋…で求めることができる。ゆえに，㈤が正しい。

問５　平均寿命とは全個体の生きた時間の平均であり，その値は

$\frac{(\text{死亡個体数}\times\text{年齢})\text{の総和}}{1000}$で求められる。この値は出生初期の死亡数が増加することで大きく減少する。ゆえに㈧が正解となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第40講　確認テスト

(A)　(ア)　(a)　①　　(b)　③
　　　(イ)　(a)　③　　(b)　④
(B)　(ア)　(a)　②　　(b)　④　　(c)　①
　　　(イ)　(a)　②　　(b)　④　　(c)　③　　(b)のグラフ　①

【解説】

(A)　(ア)

(a)　同種の他個体に対して，餌や生活空間などの資源を排他的に占有することを，縄張りという。

(b)　集団生活をする個体群のなかで分業が見られることを，社会性という。特にアリやハチなどでは，個体間に働きに応じた形態的な差異が見られる。このような昆虫は，社会性昆虫と呼ばれる。

(イ)

(a)　縄張りを形成する生物として代表的なものに，アユやウグイスなどがいる。

(b)　社会性昆虫の代表的なものに，ミツバチやシロアリ，アリなどがいる。

(B)　(ア)，(イ)

(a)　生態的地位の重なる2種の生物が，資源をめぐって争うことを種間競争という。種間競争の例としてゾウリムシとヒメゾウリムリの競争がある。2種を同じ培地で飼育した場合，小形のヒメゾウリムリの方が優勢となり，ゾウリムシは絶滅してしまう。競争は両者にとって不利益になることを覚えておきたい。

(b)　2種の生物間で，一方が他方を食べる関係を，補食－被食関係という。補食－被食関係として，キツネとノウザキがある。

(c)　2種の生物間で，互いに適応的な利益を与え合う関係のことを相利共生という。 相利共生のとして，マメ科植物であるレンゲと根粒菌がある。マメ科植物は光合成産物を根粒菌に供給し，根粒菌は窒素固定によって得た無機窒素をマメ科植物に供給する。①ヤマメとイワナは，競争の回避のためのすみ分けの代表的な例である。　ヤマメとイワナがともに存在する川では，上流にイワナが，下流にヤマメが生息することで直接的な競争を避けている。補食－被食関係にある2種の個体数は，タイミングをずらしながら増減を繰り返す。捕食者数の増加は被食者数を減少させ，被食者数の減少は捕食者の減少を促す。捕食者数の減少は被食者数の増加を促し，被食者数の増加は捕食者数の増加を促す。結果，両者は増減を交互に繰り返すことになる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第41講　確認テスト

問１	文章１　B	文章２　F	文章３　C	文章４　A		
	文章５　D	文章６　E				
問２	A　5	B　6	C　10	D　7	E　9	F　1
問３	イ　F	ロ　B	ハ　E	ニ　D	ホ　C	ヘ　A
問４	A　5	B　4	C　2	D　6	E　1	F　3

【解説】

問１，２，３，４

（文章１）　コケ植物や地衣類など遷移の序盤で見られる植生が残っていることから，ツンドラであると考えられる。ツンドラでは土壌は発達せず，地面の下には年間を通じて融けずに残る永久凍土が広がる。ツンドラはシベリア北部やロシア北部などの高緯度地域で見られ，気温が年間を通じて低く平均が0℃を下回るなどの気候的特徴が見られる。ゆえに，文章1が述べているのは，Bの地点についてであると考えられる。

（文章２）　樹高が高く，つる植物などが見られる特徴から，熱帯多雨林であると考えられる。熱帯多雨林は中南米や東南アジアなどの地域で見られ，東南アジアの熱帯多雨林にはオラウータンが生息している。年間を通じて高温多雨であるなどの気候的特徴をもち，非常に多くの生物種が生息して複雑な生態系を形成している。ゆえに，文章2が述べているのは，Fの地点についてであると考えられる。

（文章３）　ブナやナラは典型的な落葉広葉樹であり，落葉広葉樹を植生の基本とするバイオームを夏緑樹林という。夏緑樹林は日本の東北やヨーロッパの冷温帯に見られ，気候的特徴として光合成に適した夏と厳しい冬がある。ゆえに，文章3が述べているのは，Cの地点についてであると考えられる。

（文章４）　マツやトウヒ，モミは針葉樹であり，針葉樹林は亜寒帯である日本の北海道や北アメリカ大陸，ユーラシア大陸の北部に見られる。年間を通して低温（年平均気温0℃程度）であるため，夏の光合成量が少なく，常緑で冬も光合成を行う。ゆえに，文章3が述べているのは，Aの地点についてであると考えられる。

（文章５）　多肉植物とのキーワードから，砂漠であると考えられる。砂漠は，アフリカ大陸北部や中央アジア，オーストラリアの中央などの地域で見られる。極端に雨が少ないため，多肉植物やカンガルーネズミ，ガラガラヘビなど乾燥環境に適応した一部の生物しか生息できない。ゆえに，文章５が述べているのは，Dの地点についてであると考えられる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

（文章６）　イネ科の植物が優占種となる草原であることから，サバンナかステップである。サバンナでは樹木が点在することから，ステップであると考えられる。ステップは温帯の雨が少ない地域で見られ，中央アジアではステップ，北アメリカではプレーリー，南アメリカではパンパと呼ばれる。その土壌は肥沃な黒土(チェルノーゼム)である。ゆえに，文章６が述べているのは，Ｅの地点についてであると考えられる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第42講　確認テスト

Ⅰ　(c)

Ⅱ　問１　１　(a)　２　(c)　３　(e)

　　問２　(e)

Ⅲ　(d)

【解説】

Ⅰ　植物が光合成によって一定期間中に生産した有機物の総量を，総生産量という。この総生産量から，植物が呼吸によって消費する有機物量を引いたものを純生産量という。純生産量から死滅分解量，被食量を差し引いたものが成長量となり，最初の現存量と合わせて次の現存量となる。ゆえに，純生産量の説明としては，(c)が正解となる。

Ⅱ　問１　表より，地球全体の面積に対する海洋の面積が$\frac{36.1}{51.0}\times 100 \fallingdotseq 70\%$となるのに対して，森林の面積は$\frac{5.7}{51.0}\times 100 \fallingdotseq 11\%$となる。また，両者の現存量の総量を比較してみると，地球全体に対する海洋の現存量は$\frac{3.9}{1841}\times 100 \fallingdotseq 0.2\%$であるのに対して，森林の現存量は$\frac{1700}{1841}\times 100 \fallingdotseq 92.3\%$である。さらに，両者の純生産量の総量を比較してみると，地球全体に対する海洋の純生産量は$\frac{55.0}{170.2}\times 100 \fallingdotseq 32.3\%$であるのに対して，森林の純生産量は$\frac{79.9}{170.2}\times 100 \fallingdotseq 46.9\%$である。以上より，［１］は面積の(a)，［２］は現存量の総量である(c)，［３］は純生産量の総量である(e)が正解となる。

問２　海洋と森林の現存量の総和について大きな差が生じた原因は，森林における非同化器官の存在である。海洋の生産者はほとんどが植物プランクトンであり，個体全体で光合成を行うが，森林の生産者は多くが樹木であり，茎や根などの非同化器官が大きく発達する。ゆえに，森林は面積では約11％に過ぎないが，地球全体の現存量の多くを占めることになる。また，海洋と森林の純生産量の総和について現存量ほど大きな差が生じなかった原因としては，森林の非同化器官の呼吸量が森林の純生産量を小さくしてしまうことや，海洋の生産活動のサイクルが早く，現存量の割に効率よく光合成が行われることなどがある。以上より，現存量の総和の差についての理由として，(e)が正解となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

Ⅲ　5.7×10^9 haの森林の半分が耕地に変わったとすると，減少した森林によって現存量は，$\frac{1700 \times 10^9}{2} = 850 \times 10^9$ t減少し，増えた耕地によって，$5.7 \times 10^9 \times \frac{1}{2} \times 10 = 28.5 \times 10^9$ t増加する。ゆえに，合わせて，821.5×10^9 tの減少となる。以上より，(d)が正解となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第43講　確認テスト

問１　②　　問２　⑦　　問３　④　　問４　③　　問５　④　　問６　②

【解説】

問１　化石燃料のうち，石炭は植物の遺骸が，石油は海に堆積した有機物が長い時間をかけて変化してできたと考えられている。サンゴは海洋の二酸化炭素を取り込み，炭酸カルシウムでできた外殻を形成する。サンゴの活動によって，多量の二酸化炭素が石灰岩として固定されている。

問２　絶滅のおそれがある生物は，レッドリストに記載される。その後，より詳しい生態や現在の状況などがまとめられたレッドデータブックが作成される。サンゴは褐虫藻とよばれる藻類を内部へ共生させており，その光合成産物を受け取っている。地球温暖化によって海水温が上昇すると，サンゴから褐虫藻が放出されてしまい，サンゴは白く変色する。これをサンゴの白化といい，この状況が長く続くとサンゴは死滅してしまう。褐虫藻はサンゴに光合成産物を与え，サンゴは褐虫藻に生活空間を与えているので，共生関係にあるといえる。

問３　二酸化炭素や水蒸気などの温室効果ガスは，地表から出ていく赤外線を吸収し再び放出する性質をもつ。放出された熱エネルギーは地表に向けても送り返されるが，その一部は宇宙に向けて放出されるので，④の“すべてを地表に送り返して”という記述が不適切である。

問４　①，⑥は図より直接読み取れる。②について，大気から海面上層や陸上にとり込まれる炭素の合計は，61.3＋0.5＋92＝153.8であるのに対して，海面上層や陸上から大気に放出される炭素の合計は，60＋1.6＋5.5＋90＝157.1となり，大気に戻される炭素量の方が多くなる。ゆえに，②は正しい。③について，陸上の炭素量は，(610＋2190＋1580) $\times 10^9$ t ≒ 4.4×10^{12} t となる。③で示された数字は桁が異なるので，③が適切ではない文章となる。⑤について，図から，土壌と植物遺体中の炭素は，2190＋1580＝3770であり，これは植物体中の炭素610の６倍以上である。ゆえに，⑤も正しい。

問５　固定された二酸化炭素と生産される有機物の重さの比は，6×44：180である。固定された二酸化炭素をxとすると，$6\times 44 : 180 = x : 1150\times 10^8$となり，
$x \fallingdotseq 1.7\times 10^{11}$ t ＝ 170×10^{12} kg となる。

問６　極相林では，茎などの非同化器官の呼吸量がかさむため，(総生産量)－(呼吸量)で定義される純生産量は小さくなる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第44講　確認テスト

問1　D　問2　H　問3　A　問4　E　問5　A　問6　A

【解説】

問1　ミラーは原始地球の大気として還元型大気を想定し,化学進化の実証実験を行った。ミラーの仮定した還元型大気はH_2，H_2O，NH_3とCH_4であったが，現在ではH_2O，CO_2，N_2からなる酸化型大気が原始地球の大気組成として有力である。

問2　原核生物のなかで光合成を行うのは，緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌などの光合成細菌とラン藻類(シアノバクテリア)のどちらかである。このうち，好気呼吸に必要な酸素を放出するのはシアノバクテリアのみである。

問3　好気性細菌は，酸素を用いて有機物を効率よく分解しエネルギーを得ている。このような好気性細菌の一部が，原核生物の細胞内に共生することによってミトコンドリアへと発達していったと考えられている。葉緑体は，シアノバクテリアの共生によって獲得されたと考えられており，このような共生によって真核生物への進化を説明する説を共生説という。共生説はマーギュリスによって提唱された。

問4　シアノバクテリアや緑藻の光合成によって放出された酸素は，やがて上空にオゾン層を形成した。オゾン層は生物に有害な紫外線を吸収するため，オゾン層の発達によって生物の陸上進出が可能になった。

問5　羊膜は陸上で卵を生むは虫類や鳥類の発生時にみられる胚膜の一種であり，水中に卵を生む両生類ではみられない。ゆえに,Aが正しい。骨格をもつひれは一部の魚類で,原始的な肺は両生類で，顎は魚類で見られている。

問6　1年を秒に直すと，365×24×60×60秒となる。ゆえに，46億年を1年に換算したとき，73年がx秒に換算されるとすると，$46\times10^8 : 365\times24\times60\times60=73 : x$が成り立つ。計算すると，$x \fallingdotseq 0.5$秒となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第45講　確認テスト

問１　①，②，④　　問２　②

問３　[1]　③　　[2]　⑤　　[3]　⑦　　問４　③

【解説】

問１　自然選択とは，より環境に適した形質をもつ個体が生き残りより多くの子を残すことで，集団にその形質が広まっていくことをさす。①は殺虫剤に耐性をもった個体の方が動物飼育室という環境で生存しやすく，その形質がより選択された結果と考えることができる。②についても，ガラパゴス諸島のフィンチが島によってそのくちばしの形が違っているのは，各々の島の環境に応じた自然選択が働いたためである。③について，品種改良は人為選択である。より環境に適した個体が選択されている訳ではない。④のオオシモフリエダシャクの工業暗化は，自然選択の過程が実証的に示せた例である。

問２　分子レベルの突然変異の多くは中立で,個体の生存率に影響を与えない。この場合,自然選択のみが遺伝子頻度を変化させる要因だとすると，この中立な突然変異遺伝子の頻度はいくら時間が経過しても変化しないことになる。しかし，実際にはさまざまな偶然的要因によって遺伝子頻度は変化し，場合によっては集団に固定する。このような偶然の作用による遺伝子頻度の変化を遺伝的浮動といい，遺伝的浮動を進化の主因とする説を中立説という。中立説は木村資生によって唱えられた。

問３　集団を個体の集合でなく，遺伝子の集まりとしてとらえたものを遺伝子プールといい，集団全体の遺伝子座を占める対立遺伝子の頻度で表される。遺伝子プールを構成する遺伝子の頻度が変化する要因は，自然選択か遺伝的浮動である。遺伝的浮動は偶然の作用による遺伝子頻度の変化であり，集団が小さくなることでその影響は大きくなる。生物が小集団に分けられると，淘汰の方向にも差が生まれやすく，遺伝的浮動の影響も大きくなるため，集団間の遺伝子プールの違いが拡大しやすくなる。これはすなわち，進化が起こりやすくなるということである。集団間での遺伝子の交流ができなくなることを隔離という。

問４　田園地帯のオオシモフリエダシャクには白色個体が多いが，工業地域では暗色個体が多く見受けられる。これは，工場からの粉じんによって黒くなった樹皮の上では暗色個体の方が敵に見つかりにくく，自然選択が暗色の形質に有利に働いたためである。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第46講　確認テスト

A

問１　A型　⑤　　B型　②　　AB型　①　　O型　③

問２　A　③　　B　②　　O　⑤

B

問３　⑧　　問４　③　　問５　②　　問６　④

【解説】

問１　集団中のA型，B型，AB型，O型の人の人数をa，b，c，dとする。合計100人であるので，$a+b+c+d=100$である。A型血清で凝集反応を示す人はB型かAB型であるので，$b+c=36$，B型血清で凝集反応を示す人はA型かAB型であるので，$a+c=51$となる。また，どちらの血清でも凝集反応を示さないのはO型であるので，$d=25$となる。以上より，$a+b+c=75$であり，各辺から，$b+c=36$をひくと，$a=39$となる。$a+c=51$なので，$c=12$，さらに，$b+c=36$より，$b=24$となる。

問２　集団中の遺伝子A，B，Oの頻度をそれぞれp，q，rとする。対立遺伝子はこの３つのみなので，$p+q+r=1$である。この集団はハーディ・ワインベルグの法則が成立しているので，遺伝子頻度から遺伝子型頻度を計算することが出来る。

	pA	qB	rO
pA	$p^2\,AA$	$pqAB$	$prAO$
qB	$pqAB$	$q^2\,BB$	$qrBO$
rO	$prAO$	$qrBO$	$r^2\,OO$

上記の表より，O型はr^2のOOのみなので，$r^2=\dfrac{25}{100}$とり，$r=0.5$。また，A型はp^2のAAと$2pr$のAOのみなので，$p^2+2pr=\dfrac{39}{100}$となる。$r=0.5$より，$p^2+p=0.39$，$(p-0.3)(p+1.3)=0$より，$p=0.3$となる。また，$q=0.2$となる。

問３　ヒトとウシのヘモグロビンα鎖のアミノ酸配列の違いは17個である。これは，8000万年前の分岐から現在までに平均$\dfrac{17}{2}$個ずつの変異が蓄積し，現状で両者を比較して17個のアミノ酸が異なると考えられる。ゆえに，ヘモグロビンα鎖のアミノ酸座位１個に１年でアミノ酸置換が起こる率をxとすると，$x\times141\times8000\times10^4=\dfrac{17}{2}$が成り立つ。ゆえに，$x\fallingdotseq7.53\cdots\times10^{-10}$となる。最も妥当なのは⑧となる。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問4　ヒトとコイが共通祖先から分岐してからの，両者ヘモグロビンα鎖のアミノ酸置換数の平均は，$68\div2=34$個である。ウシとヒトの比較から8000万年で，$\frac{17}{2}$個，すなわち平均8.5個のアミノ酸置換が起きることから，ヒトとコイが共通祖先から分岐してからの年数をyとすると，$8000\times10^4:8.5=y:34$が成り立つ。ゆえに，$y=8000\times10^4\times34/8.5=3.2\times10^8$年，つまりヒトとコイが共通祖先から分岐したのは3億2000万年前となる。もっとも妥当なのは③となる。

問5　ヒトとゴリラのヘモグロビンα鎖が1個のアミノ酸しか違わないということは，両者が共通祖先から分岐してから，平均0.5個のアミノ酸が置換する程度の時間が経過したと考えることができる。ウシとヒトのヘモグロビンα鎖の比較から，8000万年で平均8.5個のアミノ酸置換が起きることが分っているので，ヒトとゴリラが共通祖先から分岐してからの年数をzとすると，$8000\times10^4:8.5=z:0.5$が成り立つ。ゆえに，$z=\frac{8000\times10^4\times0.5}{8.5}\fallingdotseq471\times10^4$年，つまりヒトとゴリラが共通祖先から分岐したのは471万年前となる。もっとも妥当なのは②となる。

問6　表より，もっとも最近共通祖先から分岐したのはaとbである。ゆえに，dとeがaとbと同程度に近縁であるように表現されている①や②，cとdが近縁であるかのように表現されている③は不適切である。表よりa，b，cにとってdとeは同程度の遺伝的距離にいることになる。⑥はa，b，cにとってeよりもdの遺伝的距離が近いように表されているので不適切である。残りの④と⑤の差は，dとeの分岐点である。⑤はaとcの遺伝的距離とdとeの遺伝的距離が同適度であるように表現されているが，表よりaとcの塩基配列の差が2，dとeの塩基配列の差が3と両者が異なることと矛盾する。もっとも表の結果を反映させた系統樹は④となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　確認テスト

問１　B　　問２　D　　問３　E　　問４　E　　問５　D
問６　F　　問７　A　　問８　D

【解説】

問１　種の定義として代表的なものに“生物学的種概念”がある。この定義では，特に生物集団に生殖的隔離が成立しているかどうかを重視し，同地域に分布する生物集団が自然条件下で交配し，子孫を残すならば，それは同一の種とみなすとしている。

問２　現在，地球上で学名がつけられている種は175万種以上にもなり，実際にははるかに多くの生物種が地球上に存在していると考えられている。

問３　人間による恣意的な分類を人為分類とよぶ。害虫，益虫などの分け方がこれにあたる。また，形態の類似性を分類の指標とする場合は，生物同士の類縁関係を反映しやすい形質を選ばなくてはならない。これを形質の重みづけという。形質の収れんは，系統が異なる２種であってもよく似た環境に適応した形質に類似性がみられるようになることを指す。

問４，５，６　スウェーデンの博物学者であるリンネは二名法による学名の記載を考案した。二名法は属名と種小名からなり，一般的にはラテン語が用いられる。種小名の後に命名者名を記載することもある。

問７　生物の分類は種を基本単位とし，類縁関係にもとづいて，属・科・目・綱・門の各段階にまとめられる。さらに，上位の段階には界やドメインなどがある。ドメインはrRNAの塩基配列の解析などを通して提唱された界の上位の階層で，生物を細菌ドメイン，古細菌ドメイン，真核生物ドメインの３つに分ける。

問８　節足動物門は，昆虫(外顎)綱や甲殻亜門，多足亜門などを含む巨大なグループであり，体節構造と外骨格をもつ。旧口動物に分類され，３胚葉性で中胚葉に囲まれた真体腔をもつ。ゆえに，Dの内容が不適切となる。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第48講　確認テスト

問１　④　　問２　②　　問３　④　　問４　④

【解説】

問１　陥入の開始点である原口がそのまま口になる動物は旧口動物とよばれ，節足動物や軟体動物，環形動物などが挙げられる。一方，原口が肛門となってその反対側に口が形成される動物は新口動物とよばれ，脊椎動物や原索動物，棘皮動物が挙げられる。

問２　扁形動物門には，プラナリアやサナダムシ，カンテツやコウガイビルが含まれる。３胚葉性であるが体腔が発達せず，消化管が袋状で肛門と口が一致している。

問３　環形動物門には，ミミズやゴカイ，ヒルなどが含まれる。体節を持ち，閉鎖血管系ではしご形神経系をもつなど,発達した体構造をもつ。①の外とう膜は軟体動物門の,②,③のキチン質の外骨格や脱皮は節足動物門の，⑤の脊索は原索動物門の特徴となる。

問４　節足動物に関して，①について，節足動物は種の数が多く，確認されている動物の７割が節足動物門に属する。②について，扁平で無体腔は扁形動物門の特徴である。③について，バッタやハエは昆虫である。甲殻類はエビやカニなどが挙げられる。④について，一部の節足動物は他の動物に寄生する。⑤について，ほのお細胞はプラナリアなどの扁形動物の特徴である。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

Ⓒ RECRUIT
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。